COMUNE DI VALDAGNO

PROVINCIA DI VICENZA

Progetto strategico regionale per la rivitalizzazione dei centri storici e urbani e la riqualificazione delle attività commerciali.
Programma integrato del Comune di Valdagno.

SISTEMAZIONE PAVIMENTAZIONI E ARREDI: **III STRALCIO**
"RIQUALIFICAZIONE PIAZZA DANTE ALIGHIERI"

PROGETTO ESECUTIVO
1° Fase

PROGETTO

Strada Postumia, n. 139 - 36100 Vicenza
tel 0444-535860 - fax 0444-1837945
P.IVA 03868920244, e-mail r.marzotto@auaproject.com

Con Francesco Benetton Architetto

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

PROGETTO

ELABORATO	ARGOMENTO	DATA / SCALA
All. 07	**SCHEMA DI CONTRATTO E CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**	DATA: OTTOBRE 2014 SCALA: ---
Sigla: VLG_05	File:	Disegnato da:

COMUNE DI VALDAGNO

Provincia di Vicenza

N. REP. PROT. N. _______

CONTRATTO D'APPALTO

III STRALCIO DEL CENTRO STORICO

SISTEMAZIONE PAVIMENTAZIONI E ARREDI

“RIQUALIFICAZIONE PIAZZA DANTE ALIGHIERI” - 1° FASE

REPUBBLICA ITALIANA

L'anno ___________, addì ___________ del mese di ________ (__.__.____), in Valdagno e nella Residenza Municipale.

Avanti a me _________________, Segretario Generale del Comune di Valdagno, autorizzato per legge a rogare i contratti nell’interesse del Comune, ai sensi dell’art. 97, comma 4 - lettera c), del D.Lgs. 18.08.2000, n. 267, senza l’assistenza dei testimoni avendovi le parti espressamente rinunciato, sono personalmente comparsi:

- il **COMUNE DI VALDAGNO**, Cod. Fisc. N. 00404250243, legalmente rappresentato dal Dirigente del Settore Gestione del Territorio – Servizi Tecnici Interni – Tecnici Esterni – Appalti e Contratti - _______________, nato a _______________ (__) il __________, domiciliato per la carica a Valdagno presso la Sede Municipale, a quanto qui di seguito

autorizzato, ai sensi dell’art. 78 dello Statuto Comunale, dell’art. 107 – comma 3 – lett. c) del D.Lgs. 18.08.2000, n. 267 e della deliberazione di Giunta Comunale n.____ in data __________;

e

- la Ditta _______________________ con sede a _______ in Via ___________ n. __, iscritta nel Registro delle Imprese della C.C.I.A.A. di ________ – Sezione Ordinaria il ____________ – numero d’iscrizione – codice fiscale e P.IVA ___________, legalmente rappresentata dal Sig._______________, nato a __________ il ________ – C.F. _______________, in qualità di ______________, come risulta dal certificato della C.C.I.A.A. di _______ in data ________.

Della identità personale delle parti e della loro capacità giuridica io Segretario sono personalmente certo.

Premesso:

– che con deliberazione del Consiglio Comunale n. ___ del ____________, esecutiva, è stato approvato l'accordo di programma tra il Comune di Valdagno e Alto Vicentino Servizi S.p.A. per la realizzazione di opere di acquedotto e fognatura concomitanti con rifacimenti stradali;

che con determinazione del dirigente del Settore Gestione del Territorio n. ___ del ___________, esecutiva, ha approvato il progetto esecutivo 1° Fase dell'opera pubblica denominata: "Lavori di sistemazione pavimentazioni e arredi del Centro Storico di Valdagno: III STRALCIO (lett.I del prog. Preliminare) "RIQUALIFICAZIONE PIAZZA DANTE ALIGHIERI" redatto a firma dall'Arch. Ruggero Marzotto di Vicenza, per l'importo complessivo di € 215.000,00.= di cui € 181.758,18.= a base di appalto e € 33.241,82.= per somme a disposizione dell'Amministrazione;

– che Alto Vicentino Servizi S.p.A., con deliberazione del Consiglio di Amministrazione n. ___ del _______________, ha approvato il progetto esecutivo relativo a: "Lavori di sistemazione pavimentazioni e arredi del Centro Storico di Valdagno: III STRALCIO (lett.I del prog. Preliminare) "RIQUALIFICAZIONE PIAZZA DANTE ALIGHIERI", redatto a firma dall'Arch. Ruggero Marzotto di Vicenza, per l'importo complessivo di € 25.000,00.=, di cui € 23.255,29.= a base d'appalto;

– che, con deliberazione della Giunta Comunale n. ____ del ___________, è stata definita una convenzione con l'ente Alto Vicentino Servizi S.p.A. in

base alla quale si è stabilito che l'attività di coordinamento dell'intervento complessivamente inteso viene svolta dall'Ente a cui appartiene l'opera di maggiore rilevanza economica, e nella fattispecie il Comune di Valdagno;

– che con determinazione del dirigente n. ___ del ______ è stato stabilito di appaltare i lavori mediante pubblico incanto, con il criterio del prezzo più basso determinato mediante offerta a prezzi unitari, ai sensi dell'art. 21 - comma 1 - lett. c) della Legge 109/94 e successive modificazioni ed integrazioni;

– che l'importo complessivo dell'intervento ammonta a € 240.000,00.=, di cui € 205.013,47.= per opere a base d'appalto - delle quali € 4.500,00.= per oneri di sicurezza non soggetti al ribasso d'asta - e € 34.976,53.= per somme a disposizione dell'Amministrazione;

– che, a seguito di asta pubblica, i lavori sono stati provvisoriamente aggiudicati alla Ditta _________ di _______ (__) che ha offerto l'importo di € __________, pari ad un ribasso dello ___% (_________percento);

– che con determinazione del Dirigente del Settore Gestione del Territorio n. ___ del _________ esecu-

tiva, è stato aggiudicato definitivamente l'appalto dei lavori in oggetto alla Ditta ____________________________ ed è stato stabilito di procedere alla stipulazione del relativo contratto per l'importo di € _____________ oltre IVA;

– che, a seguito della verifica di quanto dichiarato in sede di offerta, la Ditta ________________ è iscritta all'INPS sede di _______ con matricola n. ____________, e che la stessa risulta in regola con i versamenti, come da certificato in data ____________; all'INAIL sede di ______ con matricola n. __________, e che la stessa risulta in regola con i versamenti, come da certificato in data ____________; alla CASSA EDILE sede di ______ con matricola n. ____, e che la stessa è in regola con i versamenti, come da certificato in data ___________;

– che, ai sensi del combinato disposto del D.Lgs. 8 agosto 1994, n. 490 e del d.P.R. 3 giugno 1998, n. 252, in relazione al soggetto appaltatore non risultano sussistere gli impedimenti all'assunzione del presente contratto d'appalto ai sensi dell'art. 10 della Legge 31 maggio 1965, n. 575, in base alla certificazione, recante la dicitura antimafia di cui all'art. 9 del d.P.R. n. 252/1998, rilasciata

dalla Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di Vicenza in data 15/02/2005, ai sensi dell'art. 6 del citato d.P.R. n. 252/1998.

Tutto ciò premesso, tra le parti come sopra rappresentate, si conviene e stipula quanto segue:

1) **PREMESSA:** La premessa narrativa forma parte integrante e sostanziale del presente contratto.

2) **OGGETTO DEL CONTRATTO:** Il Sig. ____________, nella sua qualità di Dirigente del Settore Gestione del Territorio – Servizi Tecnici Interni – Tecnici Esterni – Appalti e Contratti - del Comune di Valdagno, **dà e concede** in appalto alla Ditta _________________ di _________ che, per mezzo del qui costituito _____________, Sig.______________, **accetta**, l'esecuzione dei lavori di sistemazione delle piazze del centro e rifacimento delle reti acquedotto e fognatura per l'importo di € ________**.=** (**Euro** _______________) oltre IVA, regolarmente finanziato come segue:

- € _______ oltre IVA 10% a carico del Comune di Valdagno;
- € _________ oltre IVA 10% a carico di Alto Vicentino Servizi S.p.A.

L'Appaltatore si impegna all'esecuzione dei lavori alle condizioni di cui al presente contratto e agli

atti a questo allegati o da questo richiamati.

3) **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO:** L'appalto viene concesso ed accettato sotto la osservanza piena, assoluta, inderogabile ed inscindibile delle norme, condizioni, patti, obblighi, oneri e modalità dedotti e risultanti dai Capitolati Speciali d'Appalto dei progetti esecutivi e dal Capitolato Speciale d'Appalto integrante i progetti esecutivi stessi, nonché delle previsioni delle tavole grafiche progettuali che l'Impresa dichiara di conoscere e di accettare e che qui si intendono integralmente riportati e trascritti con rinuncia a qualsiasi contraria eccezione; inoltre delle previsioni di cui a tutti gli ulteriori allegati del contratto specificati dall'art. 137 del D.P.R. 207/2010.

Sono estranei al contratto e non ne costituiscono in alcun modo riferimento negoziale i computi metrici estimativi delle rispettive parti progettuali.

Sono altresì estranee al contratto e non ne costituiscono in alcun modo riferimento negoziale le quantità delle lavorazioni indicate sugli atti progettuali.

4) **AMMONTARE DEL CONTRATTO:** L'importo contrattuale ammonta a **€** ____________ **(Euro** __________________**),**

di cui € ___________(Euro _________________) per lavori veri e propri e € _______ (Euro ________________) per oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza.

L'importo contrattuale è al netto dell'I.V.A. ed è fatta salva la liquidazione finale.

Il contratto è stipulato interamente "a misura" ai sensi dell'art. 326, terzo comma, della Legge 20 marzo 1865, n. 2248, all.to F), per cui l'importo contrattuale può variare, tanto in più quanto in meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite e contabilizzate.

5) **VARIAZIONI AL PROGETTO E AL CORRISPETTIVO:** Qualora la Stazione appaltante, per il tramite della direzione dei lavori, richiedesse e ordinasse modifiche o varianti in corso d'opera, fermo restando il rispetto delle condizioni e della disciplina di cui all'art. 25 della Legge 11 febbraio 1994, n.109 e successive modificazioni ed integrazioni, e dell'art. 37 della L.R.V. n. 27/2003, le stesse verranno concordate e successivamente liquidate sulla base di una nuova perizia, eventualmente redatta ed approvata in base ai nuovi prezzi stabiliti mediante il verbale di concordamento nuovi prezzi ai sensi dell'art. 163 del Regolamento approvato

con D.P.R. n. 207/2010.

In tal caso trova applicazione, verificandosene le condizioni, la disciplina di cui agli artt. 43, 161, 162 e 163 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 207/2010 e agli artt. 10 e 11 del Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, approvato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145.

6) **TERMINI PER L'INIZIO E L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI:**

I lavori dovranno essere consegnati ed iniziati entro 15 (quindici) giorni dalla stipula del presente contratto.

Il tempo utile per ultimare i lavori in appalto della 1° Fase è fissato in 180 (centottanta) naturali e consecutivi, di cui giorni 90 (novanta) per l’ultimazione della Sottofase 1 e giorni 90 (novanta) per l’ultimazione della Sottofase 2, decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori, ex art. 45 comma 10 del Regolamento, un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve essere coerente con i

tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro venti giorni dal ricevimento.
Il programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante semplice ordine di servizio, ogni qualvolta ciò si renda necessario alla migliore esecuzione dei lavori ed in particolare:

a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;

b)per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;

c)per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere;

d)per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;

e)qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008 e successive modificazioni ed integrazioni.

I lavori devono essere comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e facente parte del progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante, trovando applicazione la disciplina di cui al comma 2 del presente articolo.

7)**PENALE PER I RITARDI:** Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori o per le eventuali scadenze fissate nel programma temporale dei lavori per ciascuna delle due fasi è applicata una penale pari all’1 per mille (unopermille) dell'importo contrattuale, come previsto all’art. 145 del D.P.R. n. 207/2010.

La misura complessiva della penale non può superare il 10% (diecipercento) dell'ammontare netto contrattuale, pena la risoluzione del presente contratto in danno dell'Appaltatore.

8) **SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI:** E' ammessa la sospensione dei lavori su ordine del direttore dei

lavori nei casi di avverse condizioni climatiche, di forza maggiore o di altre circostanze speciali che impediscano l'esecuzione o la realizzazione a regola d'arte dei lavori stessi, compresa la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'art. 25 - comma 1, lett. a), b), b-bis) e c) della Legge n. 109/1994 e ss.mm.ii. e dell’art. 37 della L.R.V. n. 27/2003.

La sospensione dei lavori permane per il tempo necessario a far cessare le cause che ne hanno comportato l'interruzione.

Qualora l'Appaltatore ritenga cessate le cause della sospensione dei lavori senza che la direzione lavori abbia disposto la ripresa, può diffidare per iscritto il Responsabile del procedimento a dare le necessarie disposizioni al Direttore dei lavori perché provveda a quanto necessario alla ripresa dei lavori. La diffida è necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della ripresa dei lavori, qualora l'Appaltatore intenda far valere l'illegittima maggiore durata della sospensione.

E’ altresì ammessa la sospensione negli ulteriori casi previsti dall’art. 158 del D.P.R. 207/2010, con le modalità previste dall’art. 24 del Capitola-

to Generale d’appalto. In tali casi, qualora i periodi di sospensione superino un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; se la Stazione appaltante si oppone allo scioglimento, l'Appaltatore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. In ogni altro caso, per la sospensione dei lavori, qualunque sia la causa, non spetta all'Appaltatore alcun compenso e indennizzo.

9) **ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE:** Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri già previsti dal Capitolato speciale d'appalto e quelli a lui imposti dalla vigente normativa in materia di lavori pubblici.

10) **CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI:** La contabilizzazione dei lavori è effettuata in conformità alle disposizioni vigenti e a quanto previsto dall’art. 14 del Capitolato speciale d'appalto.

11) **INVARIABILITA' DEL CORRISPETTIVO:** Non è prevista alcuna revisione dei prezzi, salva l’applicazione dei commi 4-bis, 4-ter, 4-quater, 4-quinquies, 4-sexies e 4-septies dell’art. 26 della Legge 109/1994 e ss.mm.ii..

Qualora, per cause non imputabili all'Appaltatore, la durata dei lavori si protragga fino a superare i due anni dal loro inizio, al contratto si applica il criterio del prezzo chiuso di cui all'art. 26, comma 4, della Legge n. 109/1994.

12) **PAGAMENTI IN ACCONTO E PAGAMENTI A SALDO:** I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, redatti dal direttore dei lavori, mediante emissione di certificato di pagamento, ogni volta che i lavori eseguiti, aumentati degli eventuali materiali utili a piè d’opera depositati in cantiere (questi ultimi valutati per la metà del loro importo), contabilizzati a norma del Capitolato speciale d’appalto, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano un importo non inferiore a **€ 50.000,00 (Euro cinquantamila/00)**.

Si applicano le disposizioni previste dall’art. 14 del Capitolato Speciale d’Appalto.

A garanzia delle norme sulla tutela dei lavoratori, ai sensi dell’art. 7, comma 2, del Capitolato generale d’appalto, sull’importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50%.

All’avvenuto raggiungimento dell’importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, deve essere redatta la

relativa contabilità ed emesso dal responsabile del procedimento il conseguente certificato di pagamento il quale deve recare la dicitura : "lavori a tutto il …" con l’indicazione della data. Dell’emissione di ogni certificato di pagamento il responsabile del procedimento provvede a dare comunicazione agli enti previdenziali ed assicurativi compresa la Cassa Edile competente in ragione del territorio ove si eseguono i lavori.

I termini per l’emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti e al saldo ed i termini per il successivo pagamento, non possono superare i 90 (novanta) giorni dalla presentazione dello stato di avanzamento dei lavori, mediante emissione dell’apposito mandato e l’erogazione a favore dell’Appaltatore ai sensi dell’articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.

Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 (novanta) giorni, per cause non dipendenti dall'Appaltatore e comunque non imputabili al medesimo, su proposta del direttore dei lavori sentito il responsabile del procedimento, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all’emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall’importo minimo di cui al comma 1.

Il conto finale dei lavori è redatto dal direttore dei lavori entro 90 (novanta) giorni dalla stessa data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; la compilazione del conto finale avviene ai sensi e con le modalità dell'art. 173 del Regolamento. Ai sensi dell’articolo 174 del Regolamento, il conto finale dei lavori è sottoscritto dall'Appaltatore e, per la Stazione appaltante, dal Responsabile del Procedimento, entro 30 giorni dall’invito scritto, anche via fax, del Responsabile del procedimento.
La rata di saldo, ove dovuta, è pagata entro 90 (novanta) giorni dopo l’avvenuta emissione del certificato di regolare esecuzione. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 28, comma 9, della Legge e dell'art. 102 del Regolamento, non costituisce presunzione di accettazione dell’opera, ai sensi dell’articolo 1666, secondo comma, del codice civile.
Nel caso l’Appaltatore non abbia preventivamente presentato garanzia fideiussoria, il termine di novanta giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa. La garanzia fideiussoria, costituita mediante fideiussione bancaria o assicurativa, deve

avere validità ed efficacia non inferiore a 30 mesi dalla data di ultimazione dei lavori e può essere prestata, a scelta dell'appaltatore, mediante adeguamento dell'importo garantito o altra estensione avente gli stessi effetti giuridici, della garanzia fideiussoria già depositata a titolo di cauzione definitiva al momento della sottoscrizione del contratto.
L’importo della garanzia deve essere maggiorato del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra il certificato di regolare esecuzione provvisorio ed il certificato di regolare esecuzione definitivo.
Gli avvisi di avvenuta emissione dei mandati di pagamento saranno inviati al seguente recapito postale: “_______________ con sede a ____________ in Via ______________, n. ___”. I mandati di pagamento saranno intestati alla Ditta “_________________” con quietanza del Sig. ______________, nella sua qualità di ___________________, a ciò venendo autorizzata la Stazione appaltante, la quale pertanto resta esonerata da ogni responsabilità.
13) **RITARDO NEI PAGAMENTI:** In caso di ritardo nel pagamento delle rate di acconto e della rata di saldo si applica la disciplina prevista dall’art.

14 del Capitolato speciale d'appalto e dal presente contratto, ferme le previsioni di cui all’art. 39 della L.R.V. n. 27/2003.

14) **COLLAUDO - GRATUITA MANUTENZIONE:** Il certificato di collaudo è emesso dal collaudatore entro il termine perentorio di 6 (sei) mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio. Esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell’emissione. Decorso tale termine, il certificato di collaudo si intende tacitamente approvato dalla Stazione Appaltante, anche se l’atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi.

L'accertamento della regolare esecuzione e l'accettazione dei lavori di cui al presente contratto avvengono con l'approvazione del predetto certificato che ha carattere provvisorio.

Salvo quanto disposto dall’art.1669 del codice civile, l’Appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell’opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione appaltante prima che il certificato di collaudo, trascorsi due anni dalla sua emissione, assuma carattere definitivo.

L'Appaltatore deve provvedere alla custodia, alla buona conservazione e alla gratuita manutenzione di

tutte le opere e impianti oggetto dell'appalto, fino all'approvazione, esplicita o tacita, del certificato di collaudo. Resta nella facoltà della Stazione appaltante richiedere la consegna anticipata di parte o di tutte le opere ultimate.

Si applicano le previsioni del Capo VIII della L.R.V. n. 27/2003.

15) **RISOLUZIONE DEL CONTRATTO:** La Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il presente contratto d'appalto mediante semplice lettera raccomandata, con messa in mora di 15 (quindici) giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, nei seguenti casi, salve le ulteriori ipotesi previste dal d.lgs. n. 163 del 2006:

- frode nell'esecuzione dei lavori;
- comportamenti dell'Appaltatore che concretano grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali tale da compromettere la buona riuscita dei lavori;
- ritardo nell'esecuzione dei lavori per negligenza dell'Appaltatore, rispetto alle previsioni di programma;
- inosservanza delle norme in materia di sicurezza dei lavoratori, di assicurazioni obbligatorie del personale e delle prescrizioni del piano di sicurezza;

- qualora nei confronti dell'Appaltatore sia intervenuta l'emanazione di un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui all'art. 3 della Legge 27.12.1956, n. 1423, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per frodi nei riguardi della Stazione appaltante, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori;
- sospensione dei lavori da parte dell'Appaltatore senza giustificato motivo;
- rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini contrattuali;
- subappalto non autorizzato, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del presente contratto;
- non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
- proposta motivata del coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, ai sensi del D.Lgs. n.81/2008 e successive modificazioni ed integrazioni;
- perdita, da parte dell'Appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o

la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrarre con la pubblica amministrazione.
L'Appaltatore è sempre tenuto al risarcimento dei danni a lui imputabili.
16) **CONTROVERSIE:** Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura superiore al 10 per cento di quest'ultimo, il Responsabile del procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove nominato, dell'organo di collaudo e, sentito l'Appaltatore, formula alla Stazione appaltante, entro 90 giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve, proposta motivata di accordo bonario. La Stazione appaltante, entro 30 (trenta) giorni dalla proposta di cui sopra, delibera in merito con provvedimento motivato. Con la sottoscrizione dell'accordo bonario da parte dell'Appaltatore cessa la materia del contendere. La procedura dell'accordo bonario è quella indicata nell'art. 149 del Regolamento. La procedura di accordo bonario ha luogo tutte le volte che le riserve iscritte dall'Appaltatore, ulteriori e diverse rispetto a quelle già precedentemente esa-

minate, raggiungano nuovamente l’importo fissato dalla Legge.

Sulle somme contestate e riconosciute in sede amministrativa, gli interessi legali cominciano a decorrere 60 giorni dopo la data di sottoscrizione dell’accordo bonario, successivamente approvato dalla Stazione appaltante. Nelle more della risoluzione delle controversie l’Appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante.

Ove non si proceda all’accordo bonario ai sensi del precedente articolo e l’Appaltatore confermi le riserve, la definizione delle controversie spetta, ai sensi dell’art. 20 del codice di procedura civile, all’Autorità Giudiziaria ordinaria del Foro di Vicenza.

E’ escluso il ricorso all’arbitrato.

17) **ADEMPIMENTI IN MATERIA DI LAVORO DIPENDENTE, PREVIDENZA E ASSISTENZA:** L'Appaltatore è obbligato ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali, per il settore di attività e per la località dove sono eseguiti i lavori.

L'Appaltatore è altresì obbligato a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, assicurativa, sanitaria, di solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalla vigente normativa, con particolare riguardo a quanto previsto dall'art. 18, comma 7, della Legge 19 marzo 1990, n. 55 e dell'art. 7 del Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici.
Per ogni inadempimento rispetto agli obblighi di cui al presente articolo, la Stazione appaltante effettua trattenute su qualsiasi credito maturato a favore dell'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori e procede, in caso di crediti insufficienti allo scopo, all'escussione della garanzia fidejussoria.
La Ditta __________________ è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell’osservanza delle norme del presente articolo da parte degli eventuali subappaltatori, nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l’ipotesi del subappalto.
Il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime la Ditta dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.
In caso di inottemperanza negli obblighi derivanti

dal presente articolo, accertata dalla Stazione appaltante od a questa segnalata dall’Ispettorato del Lavoro, la Stazione appaltante medesima comunica all'Appaltatore ed anche, se del caso, all’Ispettorato suddetto, l’inadempienza accertata e provvede ad una detrazione pari all’importo della presunta inadempienza sui pagamenti in acconto, destinando la somma così accantonata a garanzia dell’adempimento degli obblighi di cui sopra, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero la sospensione del pagamento del saldo se i lavori sono ultimati. Ferma in ogni caso la destinazione della cauzione definitiva anche a garanzia delle inadempienze qui in esame.

Il pagamento all'Appaltatore della somma accantonata o della rata di saldo non sarà effettuato fino a quando dall’Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che ai dipendenti sia stato corrisposto quanto è loro dovuto, ovvero che la vertenza è stata definita.

Per tali sospensioni o ritardi di pagamento l'Appaltatore non può opporre eccezioni alla Stazione appaltante né ha titolo a risarcimento di danni. Si applicano le disposizioni di cui agli artt. 38, 41 e 42 della L.R.V. n. 27/2003.

18) **SICUREZZA E SALUTE DEI LAVORATORI NEL CANTIERE:**
L'Appaltatore, ha depositato presso la Stazione appaltante:

a) il documento di valutazione dei rischi di cui all’art. 4 del D.Lgs. 19.09.1994, n. 626;

b) un proprio piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori

Il piano operativo di sicurezza forma parte integrante del presente contratto d'appalto, ancorchè non materialmente e fisicamente unito al medesimo ma depositato agli atti della Stazione Appaltante.

L'Appaltatore deve fornire tempestivamente al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione gli aggiornamenti alla documentazione di cui al primo capoverso, ogni qualvolta mutino le condizioni del cantiere ovvero i processi lavorativi utilizzati.

Le gravi o ripetute violazioni del piano stesso da parte dell'Appaltatore, previa la sua formale costituzione in mora, costituiscono causa di risoluzione del contratto in danno dell'Appaltatore stesso, con le modalità previste dal precedente art. 15.

19) **RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO, DIRETTORE DEI**

LAVORI E COORDINATORE DELLA SICUREZZA: Il Responsabile del procedimento è _________________________; il Direttore dei lavori è l’Arch. Ruggero Marzotto di Vicenza, e Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori, è l’ing. Fianco Enrico Maria con studio in Corso Fogazzaro n.234 a Vicenza.

Durante l’esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare, anche avvalendosi della direzione lavori, operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel Capitolato speciale d'appalto e nel contratto. E’ fatta salva l’attuazione di ogni operazione di controllo e verifica, da parte della stazione appaltante, sulla corretta gestione e condotta dell’appalto da parte dell’appaltatore, come prevista dalla vigente normativa in materia.

20) **CESSIONE DEL CONTRATTO E SUBAPPALTO:** Il presente contratto d'appalto non può essere ceduto, a pena di nullità.

Previa autorizzazione della Stazione appaltante e nel rispetto dell'art. 18 della Legge n. 55/1990, i lavori che l'Appaltatore ha indicato a tale scopo

in sede di offerta possono essere subappaltati, nella misura, alle condizioni e con i limiti e le modalità previste dal Capitolato speciale d'appalto.

La Stazione appaltante non provvederà al pagamento diretto dei subappaltatori, salvi in ogni caso gli obblighi di informazione e di comunicazione gravanti sull’Appaltatore, quali previsti ex legge.

21) **CAUZIONE DEFINITIVA:** A garanzia degli impegni assunti con il presente contratto d'appalto la Ditta ________________ ha prestato cauzione definitiva di € _________ (Euro ________) mediante polizza fidejussoria n.__________, costituita presso la Società “________________” – Agenzia di __________ - in data __________.

La garanzia deve essere reintegrata ogni qualvolta la Stazione appaltante abbia proceduto alla sua escussione, anche parziale, ai sensi del presente contratto.

La garanzia sarà progressivamente svincolata in base all’avanzamento dei lavori fino ad un massimo del 75% del totale, secondo le previsioni di cui all’art. 30 della L. n. 109/1994 e successive modificazioni ed integrazioni.

A’ sensi dell’art. 35 – comma 2 – della L.R. n.

27/2003 la Ditta ____________________ ha prestato garanzia fidejussoria di € _____.= (euro _______), pari alla differenza tra l'importo dei lavori affidati e l'offerta economica proposta in sede di gara dal secondo classificato, mediante polizza fidejussoria n. ____ costituita presso la "_______" - Agenzia di ______ – in data _________, avente scadenza il _______.

22) **RESPONSABILITA' VERSO TERZI E ASSICURAZIONE:** Ai sensi dell'art. 30 - comma 3 - della Legge 109/94 la Ditta ___________________ assume la responsabilità di danni a persone e cose, sia per quanto riguarda i dipendenti e i materiali di sua proprietà, sia quelli che essa dovesse arrecare a terzi in conseguenza dell'esecuzione dei lavori e delle attività connesse, sollevando la Stazione appaltante da ogni responsabilità al riguardo.

L'Appaltatore ha costituito a tale scopo la seguente assicurazione:

- **Polizza di assicurazione C.A.R. "COPERTURA ASSICURATIVA PER DANNI DI ESECUZIONE, PER RESPONSABILITA' CIVILE TERZI E GARANZIA DI MANUTENZIONE"** n. _______ in data ____________ presso la Compagnia di Assicurazione "__________________" – Agenzia di __________, avente scadenza il ___________, con i

seguenti massimali:

Sezione A - Danni alle opere durante la loro esecuzione: 1) opere € ___________ (Euro _____________); 2)opere preesistenti € ________ (Euro ___________);

Sezione B – Responsabilità civile durante l’esecuzione delle opere: 1) massimale per sinistro € __________ (Euro ___________);

23) **DOMICILIO DELL'APPALTATORE:** Agli effetti del presente contratto la Ditta appaltatrice elegge il proprio domicilio in Valdagno presso la Sede Municipale.

24) **SPESE DI CONTRATTO, IMPOSTE E TASSE:** Tutte le spese del presente contratto, inerenti e conseguenti (imposte, tasse, diritti di segreteria, ecc.), ad esclusione dell’I.V.A. che fa carico alla Stazione appaltante, vengono assunte dalla Ditta _____________ e per essa nella persona del Sig. ___________, nella sua qualità di ________________.

Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di regolare esecuzione.

25) **RICHIAMO ALLE NORME LEGISLATIVE E REGOLAMENTARI:** Il presente contratto d'appalto di opera pub-

blica è regolato dalle vigenti disposizioni legislative e regolamentari che disciplinano la materia dei lavori pubblici. Si intendono, pertanto, espressamente richiamate e sottoscritte le norme legislative e le altre disposizioni vigenti in materia ed in particolare la Legge 11.02.1994, n. 109 e successive modificazioni ed integrazioni, il Regolamento approvato con D.P.R. 05.10.2010, n.207, il Capitolato Generale d’Appalto dei lavori pubblici approvato con D.M. 19.04.2000, n. 145 e la L.R.V. 07.11.2003, n. 27.

26) **DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO:** Fanno parte del presente contratto d'appalto e si intendono qui recepiti, ancorché non materialmente e fisicamente uniti al medesimo ma depositati agli atti della Stazione appaltante, i seguenti documenti:

- il Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, approvato con D.M. 19.04.2000, n. 145;
- il Capitolato speciale d'appalto;
- gli elaborati grafici progettuali;
- l'elenco dei prezzi unitari;
- il piano operativo di sicurezza;
- il cronoprogramma;
- la dichiarazione di subappalto resa dall’Appaltatore in sede di offerta;

- i documenti attestanti la prestazione delle garanzie;
- la convenzione sottoscritta tra il Comune di Valdagno e Alto Vicentino Servizi S.p.A. di Thiene.

27) **TRATTAMENTO FISCALE:** Ai fini fiscali si dichiara che i lavori di cui al presente contratto d'appalto sono soggetti all'imposta sul valore aggiunto, per cui si richiede la registrazione in misura fissa, ai sensi dell'art. 40 del D.P.R. 26.4.1986 n.131.

E richiesto, io Segretario ho ricevuto questo atto ed ho dello stesso dato lettura alle parti, che approvandolo e confermandolo, lo sottoscrivono con me Segretario.

Il presente atto consta di _____ pagine, dattiloscritte ai sensi di legge da persona di mia fiducia, per _________ facciate e linee ____ della __________:

1- **IL DIRIGENTE**

2- **L'APPALTATORE**

3- **IL SEGRETARIO ROGANTE**

CENTRO STORICO
SISTEMAZIONE PAVIMENTAZIONI E ARREDI:
III STRALCIO (lett.I del prog. Preliminare)
"RIQUALIFICAZIONE PIAZZA DANTE ALIGHIERI"
PROGETTO ESECUTIVO 1° FASE

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Capitolo 1 – NORME GENERALI DELL'APPALTO

Art. 1 – OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto i lavori pubblici relativi alla sistemazione dell'arredo urbano e dei sottoservizi di Piazza Dante Alighieri, facente parte del III stralcio del progetto preliminare di riqualificazione del Centro Storico di Valdagno.
Sono compresi nell'appalto tutti i lavori nonché le forniture e le provviste occorrenti per dare i lavori completamente compiuti secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale e con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo (con i relativi allegati), dai particolari costruttivi e dai progetti esecutivi delle opere specialistiche, di cui l'Appaltatore dichiara di avere preso completa ed esatta conoscenza.

Art. 2 - AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo dell'appalto ammonta complessivamente ad **Euro 205.013,47** suddivisi in:

opere a misura			
- Scavi, demolizioni e rifacimenti	€	7.666,89	3,82%
- Rete acque bianche	€	8.870,00	4,42%
- Rete acque nere/miste	€	10.344,00	5,16%
- Rete acquedotto	€	1.200,00	0,60%
- Sottoservizi	€	21.524,50	10,74%
- Opere stradali e materiali inerti	€	36.909,58	18,41%
- Opere di pavimentazione e rivestimento	€	110.222,21	54,97%
- Opere a verde	€	2.213,04	1,10%
- Segnaletica stradale	€	1.563,25	0,78%
IMPORTO TOTALE LAVORI A BASE D'ASTA	**€**	**200.513,47**	100,00%
Oneri della sicurezza (non soggetti ad offerta)			
- Oneri della sicurezza	€	4.500,00	
TOTALE COMPLESSIVO	**€**	**205.013,47**	

Art. 3 – MODALITA' DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

1. Il contratto è stipulato **a misura** ex art. 53 del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii..

2. Per i lavori di cui al comma 1 previsti a misura negli atti progettuali e nella **"lista delle categorie delle lavorazioni e delle forniture previste per l'esecuzione dei lavori"**, i prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara costituiscono i prezzi contrattuali.

Art. 4 – DISCIPLINA

Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto prevale la soluzione più rispondente alle finalità per le quali i lavori sono stati progettati e, comunque, quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

2. In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali (ovvero quelle che fanno eccezione a regole generali), in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, e infine quelle di carattere ordinario.

3. Le clausole contrattuali e le disposizioni del capitolato speciale d'appalto devono essere interpretate tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli art. 1362 e s.s. c.c..

Documenti che fanno parte del contratto

Sono parte integrante del contratto (anche se non materialmente allegati):
a) il capitolato generale di cui al D.M. 19.4.2000 n. 145 e ss.mm.ii.;
b) il presente capitolato speciale d'appalto (comprese le tabelle allegate allo stesso capitolato speciale, salvi i limiti di tali tabelle sotto indicati relativamente al loro valore indicativo);
c) tutti gli elaborati grafici progettuali;
d) la descrizione delle voci e dei lavori, limitatamente alle caratteristiche tecniche e prestazionali;
e) l'elenco dei prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara;
f) il piano di sicurezza e di coordinamento previsto dal D.lgs. n. 163/2006 e dal D.Lgs. n. 81/2008 e ss.mm.ii.;
g) il piano operativo di sicurezza;
h) il cronoprogramma;
i) la convenzione sottoscritta tra il Comune di Valdagno e Alto Vicentino Servizi S.p.A..

Osservanza di leggi, regolamenti e capitolati

Salvo quanto previsto dal presente capitolato speciale d’appalto e dal contratto, l’appalto in oggetto è disciplinato da tutte le vigenti disposizioni in materia di lavori pubblici, tra le quali (a titolo esemplificativo) si indicano quelle previste da:
- D.Lgs 12.04.2006 n. 163 e ss.mm.ii.
- Legge 19.3.1990 n. 55 (e successive modifiche ed integrazioni);
- D.P.R. 05 ottobre 2010 n. 207;
- D.M. 19 aprile 2000 n. 145;
- L.R.V. 7.11.2003 n. 27 (per quanto applicabile)

In caso di eventuale contrasto tra le disposizioni contenute in quest’ultima Legge Regionale del Veneto (e, cioè, la L.R.V. n. 27/2003) e quelle contenute nella normativa statale, prevalgono le disposizioni statali.

Art. 5 – CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SCORPORABILI

In base alle disposizioni di cui al D.P.R. n. 207/2010 i lavori dell’appalto in oggetto sono classificati come segue:

- **categoria prevalente: OG3 strade, autostrade, ponti, ecc. e opere in economia relative**
  importo dei lavori: **Euro 178.458,53** (n. 5-6-7-8-9-10-11)
- **categoria scorporabile: OG6 acquedotti, gasdotti, fognature, scavi e opere in economia relativi**
  importo dei lavori: **Euro 22.054,94** (n. 1-2-3-4)

PARTI DI LAVORAZIONI OMOGENEE
OPERE IN APPALTO

n.	*Designazione delle categorie omogenee dei lavori*	*Articoli dell'elenco prezzi unitari (identificati tramite il numero progressivo indicato nel computo metrico estimativo)*	*In Euro*	*in %*
A - OPERE A CARICO DI ALTO VICENTINO SERVIZI S.p.A.				
1	Scavi, demolizioni e rifacimenti	1	1.640,94	0,818%
2	Rete acque bianche	2÷5	8.870,00	4,424%
3	Rete acque nere/miste	6÷10	10.344,00	5,159%
4	Rete acquedotto	11	1.200,00	0,598%
5	Opere stradali e materiali inerti	12÷15	700,35	0,349%
B – OPERE A CARICO DEL COMUNE DI VALDAGNO				
6	Scavi, demolizioni e rifacimenti	17÷18	6.025,95	3,005%
7	Sottoservizi	19÷31	21.524,50	10,735%
8	Opere stradali e materiali inerti	32÷40	36.209,23	18,058%
9	Opere di pavimentazione e rivestimento	41÷46	110.222,21	54,970%
10	Opere a verde	47÷50	2.213,04	1,104%
11	Segnaletica stradale	51÷53	1.563,25	0,780%
IMPORTO TOTALE LAVORI A BASE D’ASTA FASE 1			**200.513,47**	100%
ONERI PER LA SICUREZZA FASE 1 (importo fisso ed invariabile)				
Oneri per la sicurezza A - opere fognarie e di acquedotto			500,00	
Oneri per la sicurezza B – opere di riqualificazione degli spazi pubblici			4.000,00	
IMPORTO TOTALE ONERI PER LA SICUREZZA (importo fisso ed invariabile)			**4.500,00**	
IMPORTO TOTALE OPERE IN APPALTO			**205.013,47**	

Art. 6 – LAVORI IN ECONOMIA DA ESEGUIRE DA PARTE DI ALTRE IMPRESE

La Stazione appaltante si riserva il diritto di far eseguire, durante il tempo assegnato, per la realizzazione delle opere appaltate, opere in economia anche a mezzo di altre ditte.

Art. 7 - CAUZIONI, GARANZIE E COPERTURE ASSICURATIVE

Per quanto riguarda le cauzioni, le garanzie e le coperture assicurative si osservano l’artt. 75, 113 e 129 del D.Lgs. n. 163/2006, gli artt. 100, 101, 102, 103, 107 e 108 del D.P.R. n. 554/1999.

Art. 8 – DIVIETO DI CESSIONE DEL CONTRATTO, CESSIONE DEI CREDITI E SUBAPPALTO

Divieto di cessione del contratto

E’ assolutamente vietato all’Appaltatore, sotto pena di immediata risoluzione del contratto per colpa nonché di risarcimento di ogni danno e spesa a favore della Stazione appaltante, cedere a terzi tutto o parte del contratto di appalto.

Cessione dei crediti

Ai sensi dell'art. 26, quinto comma, Legge n. 109/1994 (e successive modifiche ed integrazioni del D.Lgs. n. 163/2006) la cessione dei crediti derivanti dal contratto di appalto è ammessa a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto all'Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto (in originale o in copia autenticata) sia trasmesso alla Stazione Appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal D.L..

Subappalto

Per quanto riguarda il subappalto si osservano l'art. 118 del D.Lgs. n. 163/2006, l'art. 170 del D.P.R. n. 207/2010.

L'Appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere subappaltate, sollevando la stessa Stazione appaltante da ogni eventuale pretesa dei subappaltatori nonché da ogni eventuale richiesta risarcitoria avanzata da terzi in conseguenza dell'esecuzione dei lavori subappaltati.

Art. 9 - ORDINI DI SERVIZIO

Il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni e istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio, redatto in duplice copia sottoscritte dallo stesso Direttore dei Lavori e comunicato all'Appaltatore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza.

Art. 10 - CONSEGNA DEI LAVORI

Il Direttore dei Lavori comunicherà all'Appaltatore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i disegni di progetto. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento.
Il Direttore dei Lavori procederà alla consegna dei lavori redigendo il relativo verbale in contraddittorio con l'Appaltatore.
In tale sede verranno meglio definite le modalità di attuazione in sottofasi sulla base delle indicazioni contenute negli elaborati grafici di progetto, al fine di garantire la massima praticabilità del Centro Storico durante l'esecuzione delle opere.
Dalla data di tale verbale decorre il termine utile per il compimento dei lavori.
Il Direttore dei Lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi.
Tale modalità verrà ripetuta per ciascuna delle due fasi in cui è suddivisa l'esecuzione dei lavori, intendendosi che la consegna della fase n° 2 avverrà in concomitanza con la presa in consegna (provvisoria) delle opere della prima fase da parte della stazione appaltante.

Si rinvia altresì a quanto ulteriormente previsto dagli artt. 153 – 156 del D.P.R. n. 207/2010 e dal D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii..

Art. 11 – CONDOTTA DEI LAVORI DA PARTE DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore che non conduce personalmente i lavori deve conferire mandato con rappresentanza a persona fornita dei requisiti di idoneità tecnici morali per l'esercizio delle attività necessarie per l'esecuzione dei lavori a norma del contratto. L'Appaltatore rimane responsabile dell'operato del suo rappresentante.

Si rinvia altresì a quanto ulteriormente previsto dal D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii..

Art. 12 - TEMPO PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI, CRONOPROGRAMMA DELLA STAZIONE APPALTANTE, PROGRAMMA ESECUTIVO DELL'APPALTATORE; PENALI

Tempo per l'ultimazione dei lavori
Il tempo totale per l'ultimazione dei lavori è fissato in giorni **180 (centottanta)** naturali e consecutivi, di cui **giorni 90 (novanta) per l'ultimazione della Sottofase 1 e giorni 90 (novanta) per l'ultimazione della Sottofase 2**, decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare l'ultimazione dei lavori - a mezzo raccomandata a.r. – al Direttore dei Lavori, il quale procede alle necessarie constatazioni in contraddittorio.

Dalla data di ultimazione dei lavori decorre il termine di giorni **90 (novanta)** per la redazione del conto finale da parte del D.L..

Ai sensi dell'art. 49, quinto comma, della L.R.V. n. 27/2003 gli atti di contabilità finale sono trasmessi dal responsabile del procedimento al collaudatore entro due mesi dalla stessa data di ultimazione dei lavori. Il certificato di collaudo è rilasciato entro i successivi quattro mesi ed approvato dalla Stazione appaltante non oltre i successivi due mesi.

Cronoprogramma della Stazione appaltante e programma esecutivo dell'Appaltatore
L'Appaltatore è tenuto ad osservare rigorosamente il cronoprogramma della Stazione appaltante (che è uno dei documenti costituenti il progetto esecutivo).

Tale cronoprogramma potrà stabilire anche scadenze inderogabili per l'esecuzione dei lavori che sono necessari per l'inizio di forniture e/o lavori da effettuarsi da parte di altre Imprese per conto della Stazione appaltante ovvero per l'utilizzazione (prima della fine dei lavori e previo collaudo parziale) di parti funzionali dei lavori.

Sulla base del cronoprogramma della Stazione Appaltante, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione dei Lavori - entro dieci giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori e, comunque, prima dell'inizio dei lavori - un dettagliato Programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie scelte imprenditoriali, alle proprie tecnologie e alla propria organizzazione di lavoro. Tale programma esecutivo deve essere coerente con il suddetto tempo per l'ultimazione dei lavori e deve essere vistato dalla stessa Direzione dei Lavori entro cinque giorni dalla sua presentazione (trascorso quest'ultimo termine senza che la D.LL. si sia pronunciata, il programma esecutivo si intende comunque accettato, salve palesi illogicità o erroneità ovvero incompatibilità con il rispetto del tempo per l'ultimazione dei lavori).
Il programma esecutivo è vincolante per l'Appaltatore che lo ha predisposto, di talché la sua mancata osservanza da parte di quest'ultimo dà facoltà alla Stazione appaltante di non stipulare o di risolvere il contratto per colpa dello stesso Appaltatore.

La Stazione appaltante si riserva il diritto di ordinare l’esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio nonché di disporre lo sviluppo dei lavori nel modo che riterrà più opportuno in relazione alle esigenze correlate all’esecuzione di altre opere e/o alla consegna di forniture escluse dall’appalto, senza che l’Appaltatore possa rifiutarsi e/o richiedere speciali compensi.
Il programma esecutivo dell'Appaltatore può inoltre essere modificato e/o integrato dalla Stazione appaltante, mediante semplice ordine di servizio, qualora sia necessario per una migliore esecuzione dei lavori e in particolare:
- per il coordinamento con le prestazioni e/o le forniture di Imprese estranee al contratto;
- per l'intervento e/o il mancato intervento di gestori di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte (in qualunque modo) con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti della Stazione appaltante;
- per l'intervento e/o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano competenze o responsabilità sugli immobili, i siti e le aree comunque interessati dal cantiere;
- per la necessità e/o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- per ragioni di sicurezza;
- per l’esecuzione di ripristini giudicati necessari dalla D.L..

Penali
Per ogni giorno naturale di ritardo rispetto al suddetto tempo per l'ultimazione dei lavori o rispetto alle scadenze fissate nel programma esecutivo dei lavori come risulta dal cronoprogramma dei lavori, l’Appaltatore è tenuto a pagare alla Stazione appaltante una penale corrispondente all’**1 per mille dell’ammontare netto contrattuale** ferma restando la risarcibilità di ogni ulteriore danno e/o spesa subito dalla stessa Stazione appaltante.

La suddetta penale è contabilizzata in detrazione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi del relativo ritardo.
Si rinvia a quanto ulteriormente stabilito dall’art. 145 del D.P.R. n. 207/2010 e dall’art. 22 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii.

Art. 13 - CONTABILITA' DEI LAVORI

Relativamente alla contabilità dei lavori si rinvia a quanto previsto nel Titolo Nono (artt. 178-214) del D.P.R. n. 207/2010.
Relativamente alla disciplina economica dell’esecuzione dei lavori si rinvia a quanto previsto dall’art. 133 del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii..

Art. 14 – ACCONTI, CONTO FINALE E SALDO

Il pagamento del prezzo contrattuale sarà effettuato sulla base di stati di avanzamento redatti dal Direttore dei Lavori in corso d’opera ogni qual volta il credito dell’Appaltatore, al netto delle prescritte ritenute, raggiunga un importo non inferiore a **Euro 50.000,00 (cinquantamila/00)**.

Gli acconti saranno comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza.

La contabilità sarà tenuta in un unico registro ma con documentazione autonoma e distinta per il capitolo opere a carico di Alto Vicentino Servizi S.p.A. e per le opere a carico del Comune di Valdagno, così da consentire la redazione di due libretti delle misure e l’emissione di due SAL separati.

Sulla base di tale documentazione verrà emesso un unico certificato di pagamento, a fronte del quale l’appaltatore produrrà due distinte fatturazioni, una ad Alto Vicentino Servizi S.p.A. corrispondente al SAL per le opere a carico di Alto Vicentino Servizi S.p.A. e una al Comune di Valdagno per le opere a carico del Comune di Valdagno.

Entro novanta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il Direttore dei Lavori provvederà alla compilazione dello stato finale (con le stesse modalità previste per gli stati di avanzamento dei lavori).

Il pagamento della rata di saldo ed il contestuale svincolo della cauzione definitiva saranno effettuati, previa garanzia fideiussoria, entro novanta giorni dall’emissione del certificato di collaudo provvisorio (ai sensi dell’art. 141 comma 9 del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii).

Il pagamento della rata di saldo non costituisce accettazione dell’opera ai sensi dell’art. 1666, secondo comma, c.c.

Ai sensi dell’art. 41, primo comma, lett. c, della L.R.V. n. 27/2003 il pagamento dei corrispettivi a titolo di acconto e di saldo da parte della Stazione appaltante è subordinato all’acquisizione della dichiarazione di regolarità contributiva, rilasciata dagli enti competenti, ivi compresa le Casse Edili di riferimento competenti. La dichiarazione acquisita produce i suoi effetti ai fini dell’acconto successivo. Qualora, anche su istanza delle organizzazioni sindacali, siano accertate irregolarità retributive e/o contributive da parte dell’Appaltatore, la Stazione appaltante provvede al pagamento delle

somme dovute, utilizzando gli importi dovuti all’Appaltatore, a titolo di pagamento dei lavori eseguiti, anche incamerando la cauzione definitiva.

Art. 15 - COLLAUDO

Entro **sei mesi** dalla data di ultimazione dei lavori si procederà al collaudo dei lavori.
Al fine di attivare l’esercizio delle reti tecnologiche o di tratti delle stesse, potranno essere disposti collaudi tecnico-funzionali in corso d’opera. In tal caso verranno rilevati gli eventuali vizi o difformità e ne sarà disposta l’eliminazione, ove non costituiscano pregiudizio all’uso, prima del collaudo definitivo.

Art. 16 - ONERI E OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre a quanto specificato dagli artt. 4, 5, 6 e 7 del Capitolato Generale ed a quanto prescritto nel presente Capitolato Speciale, l'Appaltatore è tenuto:

a) presentare il Programma esecutivo dei lavori (v. art. 12);
b) ad apporre, a proprie spese, tutte le adeguate segnalazioni (diurne e notturne) e cartelli dei lavori;
c) a pagare ogni spesa per stipula, bollo, registrazione, copie o stampa del contratto, nonché bolli, atti contabili, certificazioni e documenti relativi alla stessa stipula e gestione del contratto, ogni onere fiscale e tributario su tutte le somme corrisposte per la esecuzione dei lavori di cui al presente capitolato;
d) a fornire tutte le prestazioni, gli attrezzi e gli strumenti comunque necessari per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudo dei lavori;
e) a trasportare a discariche autorizzate il materiale di risulta da scavi, demolizioni o residuati di cantiere;
f) a provvedere alla sorveglianza del cantiere e dei materiali in esso depositati dall’Appaltatore nonché di tutte le cose di proprietà della Stazione appaltante che verranno consegnate allo stesso Appaltatore;
g) ad impiantare a proprie spese, nel cantiere di lavoro, adeguati locali per il personale;
h) ad effettuare tutte le prove dei materiali impiegati o da impiegarsi secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, provvedendo a tutte le spese di prelevamento e invio dei campioni agli istituti di prova ufficialmente riconosciuti;
i) a provvedere alla pulizia delle vie di transito e del cantiere;
j) a provvedere, a lavori ultimati, alla pulizia e al ripristino dello stato dei luoghi interessati dal cantiere e alla eliminazione di ogni residuo di lavorazione;
k) ad assumere un Ingegnere o un Geometra con le funzioni e le responsabilità di Direttore di cantiere;
l) ad osservare, a proprie spese (e, quindi, senza poter richiedere al compenso), tutte le prescrizioni eventualmente imposte da Enti Pubblici od assimilati competenti per il territorio in cui si svolgono i lavori;
m) a provvedere alla manutenzione della viabilità pubblica prossima al cantiere, rimuovendo i detriti derivanti dallo stesso cantiere;
n) a provvedere alle spese di recinzione del cantiere e ad ogni altra relativa spesa;
o) a fornire le dichiarazioni di conformità dei vari impianti;
p) a consegnare tutti gli elaborati grafici illustrativi del tracciato, delle caratteristiche e della consistenza delle reti elettriche, idriche, di riscaldamento, pubblica illuminazione, fognarie, telefoniche, telematiche e del gas, interne ed esterne, completi di indicazioni relative a posizione di profondità di cunicoli, pozzetti di ispezione, quote di scorrimento e quanto altro necessario per le relative esigenze di manutenzione e gestione;
q) a consegnare tutta la documentazione relativa a strutture, impianti e attrezzature, unitamente a calcoli, certificazioni, garanzie, modalità di uso e manutenzione e quanto altro necessario per le relative esigenze di gestione e manutenzione;
r) a risarcire tutti gli eventuali danni subiti da terzi durante l’esecuzione dei lavori;
s) ad attenersi alle vigenti norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato, presentando i relativi calcoli strutturali.

Art. 17 - SICUREZZA

Fermo restando l’obbligo dell’Appaltatore di osservare tutte le vigenti disposizioni normative statali relative alla tutela dei lavoratori, ai sensi dell’art. 41 della L.R.V. n. 27/2003:
- lo stesso Appaltatore è obbligato ad applicare e a far applicare integralmente nei confronti di tutti i lavoratori dipendenti impiegati nell’esecuzione dell’appalto, anche se assunti al di fuori della Regione del Veneto, le condizioni economiche e normative previste dai contratti collettivi di lavoro nazionali ed integrativi territoriali vigenti nel Veneto durante lo svolgimento dei lavori, ivi compresa l’iscrizione delle imprese e dei lavoratori stessi alle Casse Edili presenti sul territorio regionale e agli organismi paritetici previsti dai contratti di appartenenza;
- lo stesso Appaltatore e gli eventuali subappaltatori sono obbligati a rispondere dell’osservanza delle condizioni economiche e normative dei lavoratori previste dai contratti collettivi nazionali ed integrativi regionali o provinciali vigenti, ciascuno in ragione delle disposizioni contenute nel contratto collettivo della categoria di appartenenza;
- il pagamento dei corrispettivi a titolo di acconto e di saldo da parte della Stazione appaltante per le prestazioni oggetto del contratto è subordinato all’acquisizione della dichiarazione di regolarità contributiva, rilasciata dagli enti competenti, ivi comprese le Casse Edili di riferimento competenti. La dichiarazione acquisita produce i suoi effetti ai fini dell’acconto successivo. Qualora, anche su istanza delle organizzazioni sindacali, siano accertate irregolarità retributive e/o

contributive, da parte dell’Appaltatore, la Stazione appaltante provvede al pagamento delle somme dovute, utilizzando gli importi dovuti all’Appaltatore, a titolo di pagamento dei lavori eseguiti, anche incamerando la cauzione definitiva.

Si richiama altresì quanto previsto dall’art. 7 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii.

Ai sensi dall’art.118, del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii. l’Appaltatore è responsabile in solido dell’osservanza delle norme relative alla tutela dei lavoratori da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell’ambito del subappalto. L’Appaltatore e, per suo tramite, le imprese subappaltatrici trasmettono alla Stazione appaltante, prima dell’inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi ed infortunistici. L’Appaltatore e, per suo tramite, le imprese subappaltatrici trasmettono periodicamente alla Stazione appaltante copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi, nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva.

Ai sensi dall’art.118, del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii. l’Appaltatore è obbligato a predisporre e a trasmettere, prima dell’inizio dei lavori, alla Stazione appaltante il piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori. Tale piano è messo a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. L’Appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dallo stesso Appaltatore. Nell’ipotesi di associazione temporanea di impresa o di consorzio, detto obbligo incombe all’impresa mandataria o designata quale capogruppo.
Il direttore tecnico di cantiere, individuato dall’Appaltatore, è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell’esecuzione dei lavori.

Art. 18 - RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore è l’unico responsabile dell’esecuzione dei lavori appaltati in conformità a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia, della rispondenza di detti lavori e parti di essi alle condizioni contrattuali, nonché di tutti i danni direttamente o indirettamente causati durante lo svolgimento dell’appalto.

Art. 19 – DANNI DI FORZA MAGGIORE

Nel caso di danni causati da forza maggiore l’Appaltatore deve farne denuncia al Direttore dei Lavori entro tre giorni da quello dell’evento.
Si richiama quanto previsto dall’art. 166 del D.P.R. n. 207/2010 e dall’art. 14 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii..

Art. 20 - PREZZI CONTRATTUALI

I prezzi contrattuali sono comprensivi di tutte le prestazioni occorrenti per la perfetta realizzazione di tutti i lavori appaltati.
Gli stessi prezzi sono altresì comprensivi:
- per i materiali: di ogni spesa, nessuna esclusa, per la fornitura, i trasporti ed ogni altra prestazione occorrente per impiegarli a piè d'opera;
- per i noli: di ogni spesa, nessuna esclusa, per l’utilizzo dei macchinari e mezzi d'opera;
- per le opere provvisionali: di ogni spesa, nessuna esclusa.

I prezzi contrattuali sono fissi ed invariabili per tutta la durata dell' appalto e si intendono accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza (ed a suo rischio e pericolo).

Si richiama altresì quanto previsto dall’art. 133 del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii..

Art. 21 – DETERMINAZIONE ED APPROVAZIONE DEI PREZZI NON CONTEMPLATI DAL CONTRATTO

Si richiama quanto previsto dall’art. 163 del D.P.R. n. 207/2010.

Art. 22 - SOSPENSIONE E RIPRESA DEI LAVORI

Si richiama integralmente quanto previsto dall’art. 158 del D.P.R. n. 207/2010, nonché dagli artt. 24 e 25 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii..

Art. 23 - PROROGHE

Si richiama dall’art. 159 del D.P.R. n. 207/2010 e l’art. 26 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii..

Art. 24 - RISERVE DELL'APPALTATORE

Per eventuali eccezioni e riserve dell’Appaltatore si rinvia alla specifica disciplina fissata dal D.P.R. n. 207/2010 e dal D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii..

Art. 25 - DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

Si applica la procedura dell’accordo bonario nei casi e nei limiti fissati dall’art. 240 del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii.. .

E’ esclusa la competenza arbitrale.

Art. 26 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER FATTO DELL'APPALTATORE

La Stazione appaltante può risolvere d’ufficio il contratto di appalto nei casi e nei modi previsti dal D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii..

Per i provvedimenti successivi alla risoluzione del contratto di appalto si rinvia a quanto previsto dal D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii..

Art. 27 – RECESSO DAL CONTRATTO DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE

E' facoltà della Stazione appaltante recedere dal contratto di appalto in qualsiasi momento, previo il pagamento all’Appaltatore dei lavori eseguiti, del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite.
Si applica quanto previsto dagli art. 135-140 del D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii..

Art. 28 – DOMICILIO DELL’APPALTATORE

Ai sensi dell’art. 2 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii l'Appaltatore deve avere domicilio nel luogo in cui ha sede l’ufficio di direzione dei lavori; ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali, o lo studio di un professionista o gli uffici di società legalmente riconosciuta.

Art. 29 - VARIANTI IN CORSO D’OPERA

Si richiama quanto previsto dall’art. 132 del D.Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii, dall’art. 162-311 del D.P.R. n. 207/2010 e dagli artt. 10, 11 e 12 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii.

Art. 30 - DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI

Si richiama quanto previsto dall’art. 27 del D.M. n. 145/2000 e ss.mm.ii.

Capitolo 2 - QUALITÀ, PROVENIENZA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Art. 31 – ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 164 del regolamento n. 207/2010.
L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.
L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

Art. 32 – PROVVISTA DEI MATERIALI

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.
A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

Art. 33 – GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA

33.1. Requisiti per l’accettazione

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all’indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.
La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all’ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.
La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.
Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie polverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

33.2. Norme per gli aggregati per confezione di calcestruzzi

UNI 8520-2:2005
UNI 8520-1 – *Definizione, classificazione e caratteristiche.*
UNI 8520-2 – *Requisiti.*
UNI 8520-7 – *Determinazione del passante allo staccio 0,**075 UNI 2332**.*
UNI 8520-8 – *Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.*
UNI 8520-13 – *Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini.*
UNI 8520-16 – *Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi – metodi della pesata idrostatica e del cilindro.*
UNI 8520-17 – *Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.*
UNI 8520-20 – *Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi.*
UNI 8520-21 – *Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note.*
UNI 8520-22 – *Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.*
Per gli aggregati leggeri si rimanda alla **UNI 7549** *(articolata in 12 parti)*.
Per le prove per le proprietà termiche e chimiche sugli aggregatisi rimanda alle:
UNI EN 1367-2 – *Prova al solfato di magnesio.*
UNI EN 1367-4 – *Determinazione del ritiro per essiccamento* e
UNI EN 1744-1 – *Analisi chimica.*

33.3. Sabbia

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

Tabella 3.1 – Pezzature normali

	Trattenuto dal	Passante al
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	Setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.
Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, si veda **UNI 2334** o sul setaccio 2, si veda **UNI 2332-1**, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.
Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.
L’appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.
La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell’uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell’impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla direzione dei lavori.
Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova riguardano l’analisi granulometrica e il peso specifico reale.

Art. 34 – ACQUA PER CONFEZIONAMENTO MALTE E CALCESTRUZZI

L’acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, di materie terrose e non essere aggressiva.
L’acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l’insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d’impasto.

Art. 35 – ADDITIVI PER IMPASTI CEMENTIZI

35.1. Generalità

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.
Per le modalità di controllo ed accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

35.2. Calcestruzzo

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato devono rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio

1996 e relative circolari esplicative, in particolare l’impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all’accertamento dell’assenza di ogni pericolo di aggressività.
Gli additivi devono possedere le seguenti caratteristiche:
– essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento
– non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo
– provocare la corrosione dei ferri d’armatura
– interagire sul ritiro o sull’espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procede alla determinazione della stabilità dimensionale.

35.2.1. Additivi acceleranti
Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell’uso dovrà essere opportunamente diluito.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell’impiego, mediante:
– l’esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti
– determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123.**
In generale per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

35.2.2. Additivi ritardanti
Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l’indurimento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell’impiego, mediante:
– l’esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI
– determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123.**
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell’additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.
In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

35.2.3. Additivi antigelo
Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.
Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell’uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.
In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme **UNI 7109**, **UNI 7120** e **UNI 7123.**
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l’impiego, mediante:
– l’esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996.
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell’additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

35.2.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti
Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.
Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.
In generale per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l’impiego, con riferimento alle norma – **UNI 8020** e **UNI 7122 e** al D.M. 9 gennaio 1996.

35.2.5. Additivi aeranti
Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell’aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l’impiego, con riferimento alle norme: **UNI 6395**, **UNI 7087**, **UNI 7122** e al D.M. 9 gennaio 1996.
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura del calcestruzzo e non prima di 28 giorni.

35.2.6. Agenti espansivi
Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell’aerante deve essere compresa tra 7 e 10% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.
In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme: **UNI 8146**, **UNI 8147, UNI 8148**, **UNI 8149**, **UNI**

7123.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego con riferimento al D.M. 9 gennaio 1996.
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura del calcestruzzo e non prima di 28 giorni.

35.2.7. Metodi di prova
In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme: **UNI 7110, UNI 7112**, **UNI 7114**, **UNI 7115**, **UNI 7116**, **UNI 7117**, **UNI 7118**, **UNI EN 934, UNI 10765**.

Art. 36 – MALTE E CALCESTRUZZI

36.1. Malte tradizionali
L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.
La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.
Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972).
L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.
I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

Tabella 6.1. – Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	–	–	1	3	–
M4	Pozzolanica	–	1	–	–	3
M4	Bastarda	1	–	2	9	–
M3	Bastarda	1	–	1	5	–
M2	Cementizia	1	–	0,5	4	–
M1	Cementizia	1	–	–	3	–

Tabella 6.2 – Rapporti di miscela delle malte (AITEC)

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m^3 di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5 1: 4,5	142-1300 110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3 1:4	270-1300 200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3 1:4	330-1300 250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8 2:1:9	125-150-1300 110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3 1:4	400-1300 300-1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

36.2. Malte speciali
Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, in caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla direzione dei lavori.
Per le malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 8993 (*Definizione e classificazione)* – **UNI 8994** *(Controllo dell'idoneità)* – **UNI 8995** *(Determinazione della massa volumica della malta fresca)* – **UNI 8996** *(Determinazione dell'espansione libera in fase plastica)* – **UNI 8997** *(Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta)* – **UNI 8998** *(Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata).*
Per i prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo si rinvia alla **UNI EN 12190**.

36.3. Calcestruzzi

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell’impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.
Il quantitativo d’acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell’acqua contenuta negli inerti.
Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.
L’impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Art. 37 – CEMENTO E CALCE

37.1. Cementi

37.1.1. Fornitura

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.
Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi devono essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

37.1.2. Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:
a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
c) numero dell'attestato di conformità;
d) descrizione del cemento;
e) estremi del decreto.
Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 7.1. – **Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Classe	**Resistenza alla compressione (N/mm^2)**				**Tempo inizio presa min**	**Espansione Mm**
	Resistenza iniziale		**Resistenza normalizzata 28 giorni**			
	2 giorni	7giorni				
32,5	–	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	–				
4,25	> 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	–				
52,5	> 20	–	≥ 52,5	–	≥ 45	
52,5 R	> 30	–				

Tabella 7.2. – **Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	**Prova secondo**	**Tipo di cemento**	**Classe di resistenza**	**Requisiti**
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO_3)	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland compositi contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO3, per tutte le classi di resistenza
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO3.
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 7.3. – **Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	**Valori limite**					
	Classe di resistenza					
	32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R

Limite inferiore di resistenza (N/mm^2)	2 giorni	–	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	–	–	–	–	–
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) – Limite superiore		11					
Contenuto di SO3 (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) **–** Limite superiore (2)		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO3 per tutte le classi di resistenza
(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

37.1.3. Calci
Le calci impiegate devono avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante norme per l'accettazione delle calci.

Art. 38 – LATERIZI

38.1. Requisiti
I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali devono essere assoggettati, in relazione all'uso.

38.2. Accettazione e prove
Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.
Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati dalle norme vigenti.
Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.
Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.
In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.
I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.
In generali si farà riferimento alle norme UNI applicabili.

Art. 39 – MANUFATTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

39.1. Requisiti d’accettazione
I prodotti devono rispondere a quanto segue:
a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
– massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 2ª**
– coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma **UNI 9724, parte 2ª**
– resistenza a compressione, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 3ª**
– resistenza a flessione, misurata secondo la norma **UNI 9724, parte 5ª**
– resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;
d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.
I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali dell'art 39 del presente capitolato speciale d’appalto.

39.2. Manufatti da lastre
I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:
a) lastre refilate;
b) listelli;

c) modul marmo – modulgranito.

39.3. Manufatti in spessore

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:
a) masselli;
b) binderi;
c) cordoni.

39.4. Manufatti a spacco e sfaldo

Tra i manufatti a spacco si indicano;
a) cubetti di porfido;
b) smolleri;
c) lastre di ardesia;
d) lastre di quarzite;
e) lastre di serpentino;
f) lastre di beola;
c) lastre di arenaria.

39.5. Manufatti stradali

Per l’accettazione dei manufatti stradali si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 2713 – *Manufatti lapidei stradali. Bocchette di scarico, di pietra.*
UNI 2714 – *Manufatti lapidei stradali. Risvolti di pietra, per ingressi carrai*.
UNI 2715 – *Manufatti lapidei stradali. Guide di risvolto, di pietra, per ingressi carrai*.
UNI 2716 – *Manufatti lapidei stradali. Scivolo di pietra, per ingressi carrai*.
UNI 2717 – *Manufatti lapidei stradali. Guide di pietra*.
UNI 2718 – *Manufatti lapidei stradali. Masselli di pietra, per pavimentazione*.
UNI 2712 – *Manufatti lapidei stradali. Cordoni di pietra*.
Per quanto non espressamente indicato si rinvia alle prescrizioni della **UNI 9724** (varie parti).

39.6. Prove di accettazione

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali autorizzati si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e alle norme UNI vigenti.
I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in cantiere, debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Art. 40 - ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

40.1. Requisiti principali

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l’aderenza al conglomerato.

40.2. Acciai in barre tonde lisce

Le barre di acciaio tonde lisce devono possedere le proprietà indicate nel successivo prospetto.

Tabella 10.1. – Barre di acciaio tonde lisce

Tipo di acciaio	Fe B 22 k	Fe B 32 k
Tensione caratteristica di snervamento…..........f_{yk} N/mm^2	≥ 215	≥ 315
Tensione caratteristica di rottura…..................... f_{tk} N/mm^2	≥ 335	≥ 490
Allungamento.. $A_{5\%}$		
Piegamento a 180° su mandrino avente diametro D	≥ 24	≥ 23
	2 ▪	3 ▪

Si devono usare barre di diametro compreso tra 5 e 30 mm.

40.3. Acciai in barre ad aderenza migliorata

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l’aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro Ø della barra tonda equipesante, calcolato nell’ipotesi che la densità dell’acciaio sia pari a 7,85 kg/d m^3.
Le barre ad aderenza migliorata devono avere diametro:
– 5 ≤ Ø ≤ 30 mm per acciaio Fe B 38 k;
– 5 ≤ Ø ≤ 26 mm per acciaio Fe B 44 k, salvo quanto specificato al punto 2.2.7 del D.M. 9 gennaio 1996.

40.4. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 2.2.8 del D.M. 9 gennaio 1996.
La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5°C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Tabella 10.2 – Caratteristiche meccaniche degli acciai in barre ad aderenza migliorata

Tipo di acciaio			Fe B 38 k	Fe B 44 k
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk} N/mm^2		≥ 375	≥ 430
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk} N/mm^2		≥ 450	≥ 540
Allungamento A_5	%		≥ 14	≥ 12
Per barre ad aderenza migliorata aventi ▪ ▪ ▪ ▪ ▪	fino a 12 mm	Piegamento a 180 su mandrino avente diametro D	3 ▪	4 ▪
	oltre 12 mm fino a 18 mm	Piegamento e raddrizzamento su mandrino avente diametro D	6 ▪	8▪
	oltre 18 mm fino a 25 mm		8 ▪	10 ▪
	oltre 25 mm fino a 30 mm		10 ▪	12 ▪

(*) Il diametro Ø è quello della barra tonda liscia equipesante.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (Allegato n. 4, punto 1.1 del D.M. 9 gennaio 1996).
In tali limiti f_y rappresenta il singolo valore di snervamento, f_{yk} il valore nominale di riferimento ed *ft* il singolo valore della tensione di rottura.

40.5. Prova di aderenza

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo «Beam-test» conformemente a quanto previsto nell'allegato 6 del D.M. 9 gennaio 1996; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

40.6. Fili di acciaio trafilato o laminato a freddo di diametro compreso fra 5 e 12 mm

L'acciaio per fili deve rispondere alle proprietà indicate nel seguente prospetto.

Tabella 10.3 – Caratteristiche meccaniche dell'acciaio trafilato o laminato a freddo

Tensione f_{yk}, ovvero $f_{(0,2)k}$	N/mm^2	≥ 390
Tensione caratteristica f_{tk}	N/mm^2	≥ 440
Allungamento A_{10}	%	≥ 8
Piegamento a freddo a 180° su mandrino avente diametro	D	2 ▪

Per la prova di aderenza vale quanto precisato al punto 2.2.3.2 del D.M. 9 gennaio 1996.

40.7. Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Le reti ed i tralicci devono avere fili elementari di diametro Ø compreso tra 5 e 12 mm e devono rispondere alle caratteristiche riportate nel seguente prospetto:

Tabella 10.4 – Caratteristiche meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Tensione f_{yk}, ovvero $f_{(0,2)k}$	N/mm^2	≥ 390
Tensione caratteristica f_{tk}	N/mm^2	≥ 440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito	$\varnothing_{min}$ / $\varnothing_{max}$	≥ 0,60
Allungamento A_{10}	%	≥ 8
Rapporto f_{tk}/f_{yk}		≥ 1,10

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.
Il trattamento termico di cui al punto 2.2.1 del D.M. 9 gennaio 1996, non si applica per la determinazione delle proprietà

meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldato.
Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.
La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 35 cm.

Tabella 10.5. – **Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro Ø mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione Kg/m^2								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

Tabella 10.6. – **Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diametro Ø mm	Sezione barra Cm^2	Cm^2 per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

40.8. Deroga alle limitazioni dimensionali

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3 del D.M. 9 gennaio 1996, non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.
L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

40.9. Norme di riferimento

UNI 8926 – *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale*.
UNI 8927 – *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale*.
UNI 9120 – *Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d' ingegneria civile. Distinta dei ferri*.
UNI 10622 – *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo*.
CNR UNI 10020 – *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata*.
UNI ENV 10080 – *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate*.
UNI ISO 10065 – *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento*.
UNI ISO 3766 – *Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.*
UNI ISO 10287 – *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate*.

Art. 41 – PARATOIE, SARACINESCHE E VALVOLE, ACCESSORI IDRAULICI

Le saracinesche dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Le saracinesche saranno di tipo flangiato con corpo, cappello e cuneo in ghisa sferoidale GS 400-15, costruite in

conformità alle norme NFE 29324 e UNI 10269-95, collaudate in stabilimento secondo le norme NFE 29311 e ISO 5208, a scartamento classico o ridotto secondo le norme NFE 29305 serie 15 o serie 14 e ISO 5752 serie 15 o serie 14. Complete di volantino di manovra in ghisa secondo DIN 3220, e previste per le seguenti caratteristiche principali:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;
- corpo a passaggio rettilineo senza cavità (sul corpo dovranno essere indicati il nome o la sigla della ditta costruttrice, il diametro nominale e la pressione nominale);
- area di passaggio: l'area libera di passaggio nell'interno del corpo dovrà essere totale a cuneo alzato;
- identificazione a mezzo etichetta indicante: senso di chiusura-foratura, anno/mese di produzione, flange, numero di serie;
- albero di manovra: acciaio inox X20Cr13;
- madrevite: bronzo - indipendente dal cuneo;
- tenuta primaria: sarà realizzata mediante un cuneo di ghisa sferoidale rivestito completamente di elastomero EPDM, che dovrà essere dotato di uno spurgo idoneo ad evitare il ristagno dell'acqua e i pericoli di gelo. Zone guida indipendenti dalle zone di tenuta;
- tenuta secondaria: dovrà essere realizzata a mezzo di vite con anelli di tenuta O-Ring in gomma (minimo 2), sostituibile con saracinesca in esercizio (senza dover interrompere il passaggio del fluido). Gli O-Ring saranno protetti da un parapolvere di gomma;
- connessione corpo/coperchio: con una connessione senza bulloni del tipo ad autoclave oppure con viti di acciaio inox del tipo a brugola non sporgenti annegate in mastice permanente plastico anticorrosivo;
- protezione esterna/interna: rivestimento a base di resine epossidiche del tipo plastico atossico riportato elettrostaticamente con essiccazione in forno avente uno spessore medio di 250 micron;
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234÷2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- coppia di manovra: conformi a norma ISO 7259;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

41.1. Saracinesca a cuneo gommato a corpo ovale

Le saracinesche dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

- Conforme alle norme EN 1074-1, EN 1074-2 e ISO 7259; scartamento standard (corpo ovale) secondo ISO 5752 serie 15, per i DN da 40 a 300.
- Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA): 10 bar.
- Corpo e coperchio in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083 interamente rivestita con polvere epossidica di spessore 250 micron - RAL 5005.
- Corpo a passaggio totale sul diametro nominale.
- Cuneo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083 interamente forato per consentire il passaggio della vite ed evitare il ristagno dell'acqua. Cuneo completamente rivestito, compresa la sede della madrevite ed il foro di passaggio, in elastomero EPDM vulcanizzato atossico.
- Otturatore e organo di manovra sostituibili senza smontare la saracinesca dalla condotta.
- Connessione tra corpo e coperchio realizzata con sistema ad autoclave senza bulloni.
- Tenuta secondaria ottenuta a mezzo di due O-Ring di gomma con supporto della vite in bronzo, smontabile con saracinesca in pressione.
- Albero di manovra in acciaio inox al 13% di cromo, in unico pezzo forgiato a freddo e madrevite dell'albero in ottone.
- Flange di collegamento forate secondo ISO 7005-2 e EN 1092-2.
- Pressioni di collaudo secondo la norma ISO 5208: 1.1 PFA a cuneo chiuso, 1.5 PFA a cuneo aperto e controllo della coppia di manovra.
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.
- Identificazione della valvola a mezzo etichetta indicante: senso di chiusura, DN, foratura flange, anno e mese di produzione, numero di serie e marchio del produttore. Marcatura di DN, PN e tipo di ghisa sferoidale ottenuta per fusione sul corpo della valvola.
- Saracinesca fornita ad albero nudo; su richiesta: cappellotto, manicotto o volantino.
- Installazione: in posizione orizzontale, verticale o inclinata.
- Flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI EN 1092-1 1092-2;
- coppia di manovra: conformi a norma ISO 7259;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

41.2. Valvola di ritegno a battente

Le valvole dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Le valvole saranno di tipo flangiato, con corpo e coperchio in ghisa grigia GG50, sede di tenuta in ottone, guarnizione e coperchio in elastomero "PERBURAN", perno e battente in acciaio inox X20Cr13 con boccole in bronzo, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;

- esecuzione con manutenzione senza smontaggio del corpo.
- protezione esterna/interna: a base di resine epossidiche del tipo plastico atossico riportato elettrostaticamente con essiccazione in forno avente uno spessore medio di 250 micron.
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234÷2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

41.3. Valvola di ritegno a sfera

Le valvole dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Le valvole dovranno garantire un funzionamento perfetto in ogni condizione sia in verticale che in orizzontale o in ogni altra posizione intermedia o rovesciata, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;
- carcassa in ghisa;
- coperchio di ispezione in ghisa;
- materiale della sfera: acciaio ricoperto da strato di gomma vulcanizzata, oppure acciaio ricoperto da strato di Rilsan oppure acciaio ricoperto da strato di Halar e polveri epossidiche, a seconda delle prescrizioni della D.L.;
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN10 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234÷2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032.

41.4. Valvole a farfalla motorizzabili

Le valvole dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Le valvole saranno di tipo flangiato, con corpo e disco in ghisa sferoidale GS 400-12, costruite in conformità alle norme UNI 4544-74, collaudate in stabilimento secondo le norme UNI 6884 e DIN 3230, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali
- sede di tenuta in acciaio inox AISI 304, X5CrNi18-10;
- alberi in acciaio inox AISI 420, X30Cr13, conforme a norma UNI 6900-71;
- O-ring e guarnizioni di tenuta sulla farfalla in gomma nitrile acrile;
- boccola e anello di arresto in bronzo, secondo UNI 7013-72
- riduttore a vite senza fine, tipo "AUMA" o similare;
- protezione esterna/interna: sabbiatura ed applicazione di primer epossidico;
- flange di collegamento forate e dimensionate secondo ISO PN 6 e conformi alle norme UNI 2223, UNI 2234÷2239, UNI ISO 2531 e ISO 7005;
- bulloneria in acciaio inox AISI 304, conforme alle norme UNI 6609, ISO 4014, ISO 4032, EN 24014, EN 24032;
- comando manuale e volantino con predisposizione alla motorizzazione;
- esecuzione della messa a terra delle parti metalliche secondo le norme CEI-ISPESL vigenti.

41.5. Sfiato automatico a tripla funzione

A grande portata per svuotamento o riempimento condotta e degasaggio in esercizio

- prodotto in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001-UNI EN 29001.
- corpo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- coperchio in acciaio inox AISI 304
- coperchio degasatore in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- valvolina di sfiato in ottone
- flangia superiore GS 400-15 ISO 1083
- sede di tenuta in bronzo
- galleggianti, guide-galleggiante, anello guide e sede guarnizione in ABS
- rete di protezione esterna in acciaio inox AISI 304
- viteria di fissaggio in acciaio inox AISI 304 - A2
- guarnizione a labbro in EPDM
- rivestimento interno ed esterno con polveri epossidiche - spessore 250 micron - RAL 5005 per uso alimentare
- Flangia di collegamento forata secondo le norme EN 1092-2 PN 10/16/25 e ISO 7005-2
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.

41.6. Sfiato automatico di degasaggio - pfa 25

Sfiato a singola funzione, che consente di evacuare l'aria che si accumula nei punti alti della condotta durante il normale servizio.

- prodotto in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001-UNI EN 29001.
- corpo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- coperchio in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- galleggiante, ugello, dado forato in ABS

- guarnizioni in EPDM
- viteria in acciaio inox AISI 304
- valvolina di sfiato in ottone
- rivestimento interno ed esterno con polveri epossidiche - spessore 250 micron - RAL 5005 per uso alimentare
- attacco filettato ¾” o 1” femmina
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.

41.7. Sfiato automatico di degasaggio -– pfa 10-16-25

Sfiato a singola funzione, che consente di evacuare l’aria che si accumula nei punti alti della condotta durante il normale servizio.
- prodotto in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001-UNI EN 29001.
- corpo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- coperchio in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083
- galleggiante, ugello, dado forato in ABS
- guarnizioni in EPDM
- viteria in acciaio inox AISI 304
- valvolina di sfiato in ottone
- rivestimento interno ed esterno con polveri epossidiche - spessore 250 micron - RAL 5005 per uso alimentare
- Flangia di collegamento forata secondo le norme EN 1092-2 PN 10/16/25 e ISO 7005-2
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.

41.8. Idranti

Gli Idranti saranno completamente prodotti in ghisa sferoidale G20 UNI ISO 185, devono essere provvisti di un cappuccio di protezione degli attacchi di uscita in ghisa sferoidale e avere obbligatoriamente caratteristiche meccaniche dimensionali secondo la norma UNI 9485; dovranno inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:
- Idrante antincendio soprasuolo in ghisa sferoidale prodotto in stabilimento europeo certificato a norma UNI EN ISO 9001, reversibile o non reversibile per i DN 80 e 100, reversibile nel DN 150.
- Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA) 16 bar.
- Bocchette di uscita frontali e/o simmetriche in alluminio con attacchi filettati UNI 810 di diametro 45, 70 e 100 mm, disposte in diverse combinazioni a seconda del DN dell’idrante, complete di tappi dotati di catenella.
- Profondità di interramento 1 m o 1,25 m, distanza dal piano stradale alla generatrice superiore della condotta.
- Corpo di presa, cappellotto, modulo di posizionamento (opzionale nelle versioni non reversibili), corpo inferiore, curva a sedia e scatola livellamento suolo in ghisa sferoidale 400-15 ISO 1083. Corpo di presa rivestito con vernice epossidica poliuretanica rossa; parte interrata rivestita con vernice epossidica blu e modulo di posizionamento con vernice bituminosa.
- Albero di manovra in acciaio inox Z 20 C 13 forgiato a freddo. Otturatore cilindrico in ghisa sferoidale interamente rivestito in elastomero EPDM, con tenuta per compressione su una sede in lega di rame.
- Materiali interamente conformi al trasporto di acqua potabile.
- Scatola dell’otturatore monoblocco, oppure dritta con curva al piede flangiata; flangia verticale di attacco alla rete idrica forata UNI ISO PN 10-16.
- Scatola dell’otturatore e curva al piede rivestiti con vernice epossidica di spessore 150 micron.
- Sistema di svuotamento automatico antigelo costituito da un orifizio ricavato nella sede dell’otturatore e chiuso durante la fase di apertura dall’otturatore stesso.
- Reversibilità ottenuta per mezzo di giunti di rottura in ghisa speciale. Orientabile a 360 gradi senza lavori di scavo.
- Cappellotto di manovra di tipo pentagonale o quadro.
- Marcatura ottenuta per fusione sulla parte superiore dell’idrante di: marchio del produttore, DN, senso e numero di giri di apertura.
- Pressioni di collaudo: 1.1 PFA con otturatore chiuso (18 bar), 1.5 PFA con otturatore aperto (24 bar).

41.9. Giunti di smontaggio

I giunti di smontaggio saranno in tre pezzi composti da tre flange forate secondo EN 1092-2 PN 10,16,25 a seconda delle prescrizioni degli elaborati di progetto, in acciaio al Carbonio C22 UNI 7070 e corpi tubolari in acciaio collegati con saldature esterne ed interne alle flange e con o-ring in elastomero in EPDM tra i corpi e la flangia centrale con tiranti e dadi rispettivamente in acciaio con protezione elettrogalvanica (zincatura elettrolitica).
Dovranno essere forniti completi di tappi di protezione in gomma alle due estremità delle barre filettate. Garantire un’escursione massima di almeno 50 mm (+ o – 25 mm per parte).
Il rivestimento interno ed esterno dovrà essere previsto con vernice epossidica di spessore minimo 150 micron previa sabbiatura grado Sa 2.5, e verniciatura a forno con polvere epossidica applicata con processo elettrostatico a forno.
Tutti i materiali dovranno essere interamente conformi alle specifiche del Ministero della Sanità per il trasporto di acqua potabile.
Il collaudo dei giunti dovrà essere previsto ad una pressione pari a 1,5 volte la PFA+ 1 bar, e sarà eseguito a campione.

41.10. Paratoie e panconi

Le paratoie, i panconi ed ogni loro parte dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente

accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000, e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Diaframmi e panconi: realizzati in acciaio inox AISI 316/L con mantello in lamiera di spessore adeguato, irrobustito da una serie di traversi tali da trasmettere le spinte idrostatiche alle fiancate laterali. Sulle stesse fiancate laterali dovranno essere posizionati dei pattini di usura realizzati in materiale sintetico a basso coefficiente di attrito. Le tenute potranno essere su tre o quattro lati, a seconda che si tratti di paratoie che prevedano uno sfioro a stramazzo ovvero di paratoie di occlusione, e saranno di tipo stagno, a monte ed a valle, realizzate con profili a bulbo, in gomma neoprenica caratterizzata da una durezza di 60÷70 Shore e da un carico di rottura minimo pari a 150 kg/cmq. Tutta la viteria sarà in acciaio AISI 304.

Gargami: saranno realizzati interamente in acciaio inox AISI 316/L in lamiera sagomata, predisposti per eventuale tenuta sui quattro lati e costruiti in un solo pezzo.

Sistemi di sollevamento: saranno del tipo a vitone saliente realizzato in acciaio inox AISI 304, filettato TPN, ed opportunamente dimensionato per resistere a carico di punta con coefficiente di sicurezza superiore a 5. Gli azionamenti saranno realizzati mediante gruppo riduttore motorizzabile, del tipo a coppia conica, e saranno completi di coprivitoni, madreviti in bronzo, indicatori locali di posizione di tipo meccanico. Dovranno essere caratterizzati dalla possibilità di asportare il gruppo riduttore lasciando applicato all’organo comandato il gruppo reggispinta, così da consentire l’operabilità dello stesso organo tramite apposito volantino o leva.
Tutte le parti metalliche delle paratoie predisposte per la movimentazione elettrica dovranno essere collegate all'impianto equipotenziale di messa a terra, a norma CEI-ISPESL.

Art. 42 – TUBI DI GHISA

42.1. Generalità

Le tubazioni ed i pezzi speciali in ghisa sferoidale centrifugata e ricotta dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, si applicano le prescrizioni delle seguenti norme.

42.1.1. Tubazioni in ghisa sferoidale per acquedotti

Dovranno avere caratteristiche dimensionali e meccaniche conformi alle norme UNI-ISO 2531 e UNI EN 545, ed in particolare dovranno corrispondere alla classe di spessore K9.
La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Resistenza minima a trazione Rm (MPa)	Tubi	420
	Raccordi	400
Limite elastico minimo R_{p02} (MPa)	Tubi	300*
	Raccordi	300
Allungamento minimo a rottura %	Tubi	10% DN ≤ 1000 7% DN > 1000
	Raccordi	5%
Durezza massima (HB)	Tubi	230
	Raccordi	250

La norma **UNI EN 598** consente l’uso di valori fra 270 e 300 MPa nel caso di A ≥ 12% per DN ≤ 1000, per A ≥ 10% per DN > 1000

La giunzione delle tubazioni potrà avvenire con giunto elastico automatico rapido con guarnizioni a profilo divergente, conformi alla norma UNI 9163, o con giunto elastico meccanico “Express” secondo le norme UNI 9164 o ancora del tipo automatico antisfilamento, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

42.1.2. Tubazioni in ghisa sferoidale per fognature

Per le fognature si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 598.
La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Resistenza minima a trazione Rm (MPa)	Tubi	420
	Raccordi	400
Limite elastico minimo R_{p02} (MPa)	Tubi	300*
	Raccordi	300
Allungamento minimo a rottura %	Tubi	10% DN ≤ 1000 7% DN > 1000
	Raccordi	5%
Durezza massima (HB)	Tubi	230

	Raccordi	250

La norma **UNI EN 598** consente l’uso di valori fra 270 e 300 MPa nel caso di A ≥ 12% per DN ≤ 1000, per A ≥ 10% per DN > 1000

42.1.3. Giunti elastici
Per giunti elastici si farà riferimento alle seguenti norme:
UNI 9163 – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto*.
UNI 9164 – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto*.

42.2. Dimensioni e tolleranze

42.2.1. Tubazioni in ghisa sferoidale per acquedotti
I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** sono nei seguenti dimetri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.
Per agevolare l’intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163 e UNI 9164.**
Per le tolleranze di ovalizzazione relative all’estremità lisce dei tubi e dei raccordi la norma **UNI EN 545** prescrive
– di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi DN 40 ÷ 200;
– una tolleranza ≤ 1% per tubi aventi DN 250 ÷ 600 e ≤ 2% per tubi aventi DN > 600.
Per i tubi e raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN), le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della **UNI EN 545**.

42.2.2. Tubazioni in ghisa sferoidale per fognature
I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 598** sono nei seguenti dimetri nominali (DN): 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.
I tubi con giunto a bicchiere ed estremità liscia devono rispettare le indicazioni del prospetto 11 della **UNI EN 598**, che riporta le tolleranze in base al diametro esterno.
I tubi debbono essere forniti rettilinei con uno scostamento massimo dello 0,125% della lunghezza; in caso di contestazioni lo scostamento dovrà essere misurato secondo quanto prescritto dal punto 6.2 della **UNI EN 598**.

42.3. Rivestimento interno ed esterno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all’interno ed all’esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all’interno con malta ed infine ricoperti all’esterno con vernici bituminose.

42.3.1. Rivestimento interno
42.3.1.1. Fognature
In base alla norma **UNI EN 598**, il tipo di rivestimento interno – in malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione per le tubazioni e resina epossidica per raccordi e pezzi accessori – dovrà conferire alla tubazione una buona resistenza all’aggressione chimica. All’estremità dei tubi lo spessore di rivestimento interno può essere inferiore a quello minimo; la lunghezza del tratto di tubo di spessore ridotto deve essere minore di 50 mm. Il rivestimento interno può essere realizzato anche in poliuretano.
Lo spessore normale del rivestimento ed i valori minimi tollerati «medio minimo» e «minimo in un punto» non devono essere inferiori ai valori della norma **UNI – ISO 4179**, in particolare lo spessore normale dovrà essere pari a:
– 3 mm per i DN da 40 al 300;
– 5 mm per i DN da 350 a 600;
– 6 mm per i DN da 700 a 1200;
– 9 mm per i DN da 1400 a 2000;
– 12 mm per i DN da 2200 a 2600.
Per quanto concerne la resistenza all’abrasione, la malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione assicurerà un buon comportamento rendendo ammissibili velocità fino a 7 m/s.

42.3.1.2. Condotte d’acqua
Per le condotte d’acqua il rivestimento interno, secondo la **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano, vernice bituminosa.

42.3.2. Rivestimento esterno
42.3.2.1. Fognature
Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l’aggressività chimica dei terreni.
I rivestimenti esterni dei tubi secondo la **UNI EN 598** debbono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. I raccordi e gli accessori possono essere forniti con rivestimenti esterni in: nastri adesivi, foglio di polietilene.
Relativamente al rivestimento esterno in zinco, per tutto quanto non precisato dal presente articolo, si applicheranno le prescrizioni della norma **UNI ISO 8179**.
La zincatura dovrà ricoprire tutta la superficie esterna del tubo ad eccezione della sezione del bicchiere. Essa deve essere esente da difetti quali mancanza o distacco. Può essere tollerato un aspetto a spirale, a condizione che siano

rispettate le quantità di zinco previste dalla citata norma. Prima dell'applicazione dello strato di zinco deve verificarsi che la superficie del tubo sia asciutta, esente da ruggine o particelle non aderenti e da qualsiasi impurità quali olio e grasso**.**
Il rivestimento dovrà asciugarsi rapidamente, essere ben aderente e non dovrà squamarsi.
Dopo la zincatura, il tubo dovrà essere rivestito con uno strato di finitura a base di prodotto bituminoso o di resine compatibili con lo zinco. Lo strato di finitura deve essere aderente, esente da difetti quali mancanze o sbavature. Dopo l'essiccamento non deve essere appiccicoso.
La quantità di zinco del rivestimento, nella zincatura con metallizzazione, non dovrà essere minore di 130 g/m^2.
Nel caso di rivestimento con vernice a base di zinco, la quantità di zinco non dovrà essere minore di 150 g/m^2.
I tubi che presentano zone danneggiate a causa di manipolazione, dopo il rivestimento, saranno accettati a condizione che la superficie totale di tali zone sia minore di 5 cm^2 /m^2 rivestito.
Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere maggiore di 70 μm e in nessun punto minore di 50 μm.
In presenza di terreni aggressivi è consigliabile la protezione esterna dei tubi con manicotti in polietilene.
Devono essere controllati, da parte della direzione dei lavori, in stabilimento durante il ciclo di produzione: la regolarità del rivestimento, la quantità media di zinco depositato e lo spessore medio dello strato di finitura.

42.3.2.2. Condotte d'acqua
Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.
I rivestimenti esterni dei tubi secondo la **UNI EN 545** debbono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in: nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso, rivestimento con manicotto di polietilene.
Relativamente al rivestimento esterno, per tutto quanto non precisato dal presente articolo, si applicheranno le prescrizioni della **UNI ISO 8179**.
Per i requisiti relativi alla zincatura si rimanda a quanto prescritto al punto b.1).

42.4. Raccordi
I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598/95** e/o **UNI EN 545**.
I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria ad una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598/95**).
Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.
I raccordi e componenti per condotte a pelo libero devono garantire una tenuta idraulica, nei confronti della pressione interna ed esterna, non inferiore a 2 bar, secondo la norma **UNI EN 298/95**.
I raccordi devono avere inoltre estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo anelli in gomma oppure lisce per l'inserimento in detti bicchieri, nonché prevedere una guarnizione in gomma, ove sia prevista la loro installazione sull'estradosso del tubo, nella zona di contatto tra il componente ed il tubo stesso.
I raccordi devono essere rivestiti, internamente ed esternamente, con vernice epossidica.
Le guarnizioni saranno conformi alla circolare n° 102 del Ministero della Sanità del 2 Dicembre 1978.

42.5. Protezione esterna in polietilene
Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.
Il manicotto in polietilene deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo, invece quelli con strappi più grandi devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.
Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.
Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi potrà essere richiesta, ove non prevista dal progetto esecutivo, la protezione esterna dei tubi e dei raccordi mediante rivestimento in polietilene (DN < 300) o poliuretano (DN 350-1200) per i primi e polvere epossidica per i secondi; ovvero, in posto, a mezzo di manicotti di polietilene.
Tali manicotti, costituiti da pellicola tubolare in PE b.d. (polietilene a bassa densità) il cui spessore sarà di 0,20 o 0,40 mm secondo prescrizione, saranno inseriti sui tubi prima della posa in opera, inserendola dall'estremità liscia, quindi a posa effettuata verranno opportunamente stirati longitudinalmente e piegati trasversalmente (con piegatura nella parta alta) fino ad aderire perfettamente agli elementi della tubazione. Per ottenere un rivestimento stagno le estremità del manicotto devono essere fissate sulla canna con nastro adesivo in polietilene (di larghezza non inferiore a 50 mm) per la tutta la circonferenza. In seguito verranno legati con filo d'acciaio plastificato (anima 13/10) ad intervalli 1,50 m.
Il manicotto del giunto deve essere tale da ricoprire da entrambe le parti il manicotto delle canne collegate. Per ottenere un rivestimento stagno le estremità del manicotto devono essere fissate alle canne con nastro adesivo in polietilene (di larghezza non inferiore a 50 mm) per la tutta la circonferenza.
Per manicottaggio dei raccordi valgono le stesse raccomandazioni precedenti.
La tecnica del manicottaggio consisterà nell'utilizzare un manicotto per la canna (messo in opera fuori scavo) e un manicotto per il giunto (messo in opera nello scavo, dopo l'accoppiamento dei tubi), al fine di rinforzare l'efficacia della compartimentazione.
I manicotti in polietilene devono essere immagazzinati al riparo della luce e delle fonti di calore.

Norme di riferimento:
UNI EN 545 – *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d’acqua. Prescrizione e metodi di prova.*
UNI ISO 8180 – *Condotte di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene*.

42.6. Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto o aver subito danneggiamenti durante la movimentazione che possano nuocere al loro impiego.
I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benestare della stazione appaltante, la riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.
Il produttore potrà, sotto la sua responsabilità, scegliere i sistemi opportuni per rimediare a leggere imperfezioni superficiali di aspetto.
I tubi devono essere tagliati, forati o lavorati a macchina; si considereranno accettabili quando la durezza superficiale HB non supera 230. La durezza superficiale HB dei raccordi e dei pezzi accessori non dovrà superare 250.
Le tolleranze sullo spessore, le lunghezze, la rettilineità e le masse non devono superare i limiti superiori ed inferiori prescritti dalle norme:
UNI EN 545 – *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d’acqua. Prescrizione e metodi di prova.*
UNI EN 969 – *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova*.
UNI EN 598 – *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognature. Prescrizioni e metodi di prova*

42.7. Marcatura dei tubi e raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:
a) indicazioni che devono essere ottenuti direttamente nella fusione del getto:
– designazione GS;
– numero di matricola;
– classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
– marchio di fabbrica del produttore;
– anno di fabbricazione;
– diametro nominale (DN);
b) indicazioni che possono essere applicati con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull’imballaggio:
– norma UNI di riferimento;
– certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
– designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

42.8. Sistemi di Giunzione

42.8.1. Giunti e relativa deviazione angolare

Qualora prevista la possibilità di deviazione angolare per la realizzazione di curve plano-altimetriche a grande raggio, senza l’utilizzazione di raccordi, ed anche l’adattamento ad alcune modifiche del tracciato, la posa procederà da valle verso monte con i bicchieri diretti nel senso della posa. In questo caso la giunzione dei tubi dovrà iniziarsi a partire da tubi perfettamente allineati, sia orizzontalmente che verticalmente.
La deviazione dovrà essere realizzata solo dopo il montaggio completo del giunto.
I giunti utilizzati sono per lo più a bicchiere con anelli in gomma per la tenuta; la giunzione può farsi anche, in qualche caso, con giunti a flangia.
Le giunzioni devono assicurare la costanza della tenuta stagna anche in presenza di sovrapressioni (colpo d’ariete) o di depressioni e nel caso di connessione fra materiali diversi.
Il sistema più diffuso di giunzione è rappresentato dal giunto elastico automatico, normalmente noto come giunto rapido; un’estremità della tubazione è sagomata a bicchiere e l’altra è leggermente smussata per favorire l’imbocco; la tenuta è realizzata mediante compressione radiale della guarnizione elastomerica alloggiata all’interno del bicchiere.

*42.8.1.1. Fognature (**UNI EN 598**)*

La norma **EN 598** prescrive che le reti fognarie realizzate con componenti in ghisa sferoidale devono garantire la tenuta idraulica nei confronti delle pressioni indicate nella tabella 12.2.

Tabella 12.2. – Pressioni di tenuta idraulica per le reti fognarie realizzate con componenti in ghisa sferoidale (UNI EN 598)

Esercizio normale	Pressione interna (bar)		Pressione esterna (bar)
	Continua	Occasionale	continua
a gravità	0,5	2	1
in pressione	6	9	1

in depressione	– 0,5	– 0,8	1

dipendenti dalle loro normali condizioni di esercizio.
Lo scostamento angolare ammissibile dei giunti non deve essere inferiore ai seguenti valori:

Tabella 12.3. – Scostamento angolare ammissibile dei giunti

3°30’ per	DN 100 a DN 300
2°30’ per	DN 100 a DN 600
1°30’ per	DN 700 a DN 2000

I giunti debbono consentire un sufficiente movimento assiale ai tubi, valore che deve essere indicato dal produttore.
I giunti antisfilamento devono essere semielastici, il loro scostamento angolare ammissibile deve essere maggiore della metà di quello indicato nella tabella 12.3.
Le condizioni di prova dei giunti sono quelle descritte dal punto 5.5.2 della **UNI EN 598**.

42.8.1.2. Condotte d’acqua (UNI EN 545)
Lo scostamento angolare ammissibile dei giunti non deve essere inferiore ai seguenti valori:

Tabella 12.4. – Scostamento angolare ammissibile dei giunti

3°30’ per	DN 40 a DN 300
2°30’ per	DN 350 a DN 600
1°30’ per	DN 700 a DN 2000

I giunti debbono consentire un sufficiente movimento assiale ai tubi, valore che deve essere indicato dal produttore.
I giunti elastici antisfilamento devono essere semielastici; il loro scostamento angolare ammissibile deve essere maggiore della metà di quello indicato nella tabella 12.4.
Le condizioni di prova dei giunti sono quelle descritte dal punto 5.2.2 della **UNI EN 545**.
I giunti a flange possono essere del tipo:
– a flange orientabili, per facilitare l’orientamento dei raccordi;
– a flange fisse, comportano flange facenti parte integrante del corpo del tubo, e sono ottenute direttamente per fusione o saldatura.
I tubi e i raccordi a flange non debbono essere impiegati per condotte interrate. I tubi o i raccordi a flange non devono essere utilizzati in esercizio continuo, in nessun caso, a una pressione massima superiore alla corrispondente PN, come indicato nel prospetto A.2 della **UNI EN 545** che riporta in funzione del DN i valori di PFA, PMA e PEA.
I tubi con giunti a bicchiere ed a estremità liscia devono rispettare valori massimi di PFA, PMA e PEA, come indicato nel prospetto A.1, appendice A.2, della **UNI EN 545**. Ogni raccordo deve essere sottoposto, in fabbrica, ad un collaudo ad aria a una pressione di almeno 1 bar.
I raccordi per giunti a bicchiere devono rispettare valori massimi di PFA, PMA e PEA, come indicato nell’ appendice A.3, della **UNI EN 545**. Ogni raccordo deve essere sottoposto, in fabbrica, ad un collaudo ad aria a una pressione di almeno 1 bar.

Art. 43 – TUBI DI ACCIAIO

43.1.1. Generalità
Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Hanno valore le norme UNI EN 10224-2003 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori. I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

43.1.2. Spessore dei tubi
Stabilito che per pressione nominale (PN) nel caso dei tubi per acquedotti, deve intendersi la massima pressione cui possono essere sottoposti in esercizio i tubi, da ricavarsi dalle quote piezometriche idrodinamiche maggiorate per eventuali colpi di ariete oppure da quelle idrostatiche, lo spessore dei tubi deve soddisfare la seguente formula:

$$s \geq PN \cdot De / 200 \cdot n \cdot S$$

nella quale:
s spessore teorico del tubo (mm);
PN pressione nominale (kg/cm^2);
De diametro esterno del tubo (mm);
S carico unitario di snervamento minimo dell'acciaio impiegato (kg/mm^2);
n coefficiente di sicurezza allo snervamento dell'acciaio, da ammettersi non superiore a 0,5.
Non saranno ammessi comunque spessori inferiori a 2,5 mm.

43.1.3. Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante:
– primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
– uno o più strati protettivi a base di bitume;
– uno o più strato di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.
Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.
La classe di spessore (I, II, III e IV) del rivestimento deve essere scelta in base al prospetto VI e con riferimento alle caratteristiche di cui al punto 7.1.2 (Spessore) della norma **UNI ISO 5256**.
Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda al punto 4.1 della norma **UNI ISO 5256**.
La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell’applicazione della protezione antisolare. Negli altri la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.
I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l’applicazione del rivestimento per favorirne l’aderenza.

Art. 44 TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO INOX

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio inox dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.
I procedimenti di fabbricazione, di collaudo e di certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e comunque le Norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530-A370.
Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordonati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.
Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, può essere di tipo meccanico o chimico. In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell’acciaio. I sistemi meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corondone oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile. Se la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici). Nel caso si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle paste decapanti applicate a freddo nella zona da decapare. la rimozione di tali paste avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.
La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari onde evitare corrosioni da vaiolatura (“pitting”) o interstiziali (“crevice”). Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere attuato in tutti i casi in cui l’acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili oppure sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Il trattamento può essere effettuato sull’intera superficie del manufatto per mezzo di opportuni bagni oppure localmente per mezzo di paste passivanti. Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.
Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere in accordo con le norme ANSI B 36.19 e B 36.10, ed in particolare dovranno fare riferimento alla seguente tabella:

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
∅ est. [mm]	33.7	42.4	48.3	60.3	76.1	88.9	114.3	141.3	168.3	219.1	273.0	323.9	355.6	406.4	508.0
spessore[mm]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0

Le curve a 90° (con raggio di curvatura ≥ 1.5 D) e le riduzioni tronco coniche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9. I raccordi a “T” dovranno essere ricavati da tubi saldati ed avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 31.
Il collegamento tra tubi in acciaio inox e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale dovrà avvenire con giunzioni a serraggio meccanico tipo “STRAUB”. Per giunzioni “tipo STRAUB” sono da intendersi giunzioni a serraggio meccanico in acciaio inox AISI 304, dotate di guarnizioni in elastomero sintetico (EPDM, caratterizzate da una durezza di 60 Shore A), che lavorano per flessione e non per reazione elastica della gomma, e sono in grado quindi di garantire un effetto progressivo della tenuta nel tempo indipendentemente dalla possibile riduzione di elasticità della gomma per effetto dell’invecchiamento. Queste giunzioni devono poter permettere deviazioni angolari fino a 5° in ogni direzione, e possono unire tubazioni di materiale diverso con terminali lisci, senza richiedere alcuna preparazione degli stessi.
Il collegamento fra tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox può avvenire anche mediante saldatura o giunzioni a flange.
La giunzione saldata può essere eseguita tanto all’arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all’arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm. La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto. Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti. I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in

modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, deve essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. I saldatori dovranno essere patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura). I processi di saldatura e le qualifiche del saldatore dovranno comunque essere conformi alle norme UNI 1307/1, UNI 6915, UNI 6916, UNI 7711, UNI 8032, UNI EN 288/1, UNI EN 288/2, UNI EN 288/3.
L'esecuzione della giunzione a flange avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non inferiore a 3 millimetri. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati secondo le tabelle UNI 2223/67.
I tipi di flange da impiegarsi sono:
- flange cieche UNI 6092/67
- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo UNI 2277/67
- flange da saldare di testa UNI 2281/67.
Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 UNI 3986 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm2.
La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo UNI 2229/67
a faccia piana secondo UNI 2277/67.

Art. 45 – TUBI DI CALCESTRUZZO ARMATO E NON ARMATO

45.1. Generalità
Le tubazioni prefabbricate di calcestruzzo armato possono essere impiegate nella realizzazione di fognature per acque meteoriche e collettori fognari misti.
Le condotte vengono generalmente fabbricate con lunghezze da 2 a 6 m con spessori dipendenti dai carichi esterni, quali rinterro e carichi accidentali.
Le tubazioni devono essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da Aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001, le quali devono allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della legge 10-05-1976 n.319, recanti le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8% in massa.

45.2. Requisiti
Non sono considerati armati i tubi con percentuale di armatura trasversale (rapporto tra la sezione specifica di armatura trasversale e l'area specifica della sezione di calcestruzzo),con tondini ad aderenza migliorata, minore di 0,25%.
La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 MPa (450 Kg/cm^2).
I tubi di calcestruzzo, a sezione interna circolare, possono essere con o senza piede d'appoggio.
Le condotte gettate in opera devono possedere nella parte inferiore della sezione una forma tale da consentire, anche con piccole portate, velocità sufficiente per impedire, per quanto possibile, la sedimentazione della sabbia.

45.3. Classificazione dei tubi
45.3.1. Tubi in calcestruzzo non armato per fognature
La norma **UNI 9534** classifica i tubi di calcestruzzo non armato in tre classi ciascuna caratterizzata dalla resistenza minima alla rottura di schiacciamento: 1 classe (60 KN/m^2), 2 classe (100 KN/m^2), 3 classe (150 KN/m^2). Il carico minimo di rottura per unità di lunghezza (KN/m) è dato dal prodotto della resistenza minima di rottura (KN/m^2) per il diametro nominale interno DN espresso in m, in particolare si applicherà il prospetto 1 – Resistenza minima a rottura dei tubi – della **UNI 9534**. Per lo spessore nominale (SN), espresso in mm, si farà riferimento al prospetto II della citata norma UNI. I dimetri nominali, previsti dalla norma e coincidenti con quelli interni sono: 300, 400, 500, 600, 700, 800, (900), 1000, (1100), 1200, (1300), 1400, 1500, i valori indicati fra parentesi erano ammessi fino 31dicembre 1992.

45.3.2. Tubi e pezzi speciali in calcestruzzo armato per fognature
Le tubazioni in calcestruzzo armato prefabbricate a sezione circolare con o senza piano d'appoggio e bicchiere esterno dovranno di norma avere lunghezza non inferiore a m 2,00. Le guarnizioni di tenuta in gomma sintetica posizionate sul giunto maschio dovranno essere conformi alle norme UNI EN 681-1/97 atte a garantire una tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio non inferiore 0.5atmosfere. La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna richiesta in progetto e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalle norme UNI 8520/02, UNI 8981/99, dal D.M. 12-12-1985 e circolare Ministeriale LL.PP. n. 27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a 45 MPa (450 kg/cm^2).

45.4. Composizione del calcestruzzo

45.4.1. Tubi in calcestruzzo non armato per fognature

Il calcestruzzo per tubi non armati per fognature, secondo la **UNI 9534**, deve essere confezionato con dosaggio di cemento non inferiore a 300 kg/m^3; rapporto a/c non superiore a 0,5; resistenza a compressione, a 28 giorni di maturazione determinata su provini cubici, non inferiore a 40 N/mm^2.

45.5. Accettazione e marcatura

Ogni elemento della condotta in calcestruzzo armato e non deve essere dotato di marcatura.
La marcatura deve essere di tipo indelebile ed apposta in modo chiaramente visibile tale da consentire l'identificazione certa degli elementi.
La marcatura dei componenti, con riferimento al punto 8 della **UNI EN 639**, dovrà contenere le seguenti informazioni:
– numero della norma EN;
– produttore e dell'impianto di produzione;
– data di produzione espressa in giorno progressivo solare ed anno;
– tipo di tubo con la dicitura relativa al diametro in mm, alla lunghezza in mm;
– classe di resistenza;
– classe di riferimento;
– eventuale certificazione rilasciata da terzi;
– identificazione dell'uso speciale;
– tipologia: U = calcestruzzo non armato, A = calcestruzzo armato con tondini, F = calcestruzzo armato con fibre d'acciaio;
– indicazioni particolari per consentire la corretta posa in opera del tubo lungo la condotta;
– identificazione dell'angolo obliquo e del lato corto per i tubi angolati.

45.6. Rivestimento

Allo scopo di migliorare la resistenza all'abrasione ed all'aggressione chimica delle acque reflue, la superficie interna viene rivestita con vernici epossibituminose o epossicatramose, inoltre le tubazioni di calcestruzzo armato possono essere rivestite internamente in vetroresina o in resina poliuretanica dello spessore medio-nominale di 6 mm.
Il rivestimento interno di ogni singolo tubo ed il rivestimento delle due parti dell'incastro (giunto maschio e giunto femmina), dovrà essere eseguito per iniezione ad una pressione non inferiore a 130 bar in soluzione unica.
Tutto il rivestimento poliuretanico all'interno dovrà essere, al tatto e visivamente, perfettamente liscio senza ondulazioni od asperità di alcun genere, e dovrà garantire il passaggio di liquidi fino ad una temperatura di 80°C.
La resina utilizzata dovrà garantire una durezza standard del rivestimento pari a 70 +/– 10 Shore D.
Il rivestimento del tubo di calcestruzzo avviene come di seguito indicato mediante:
– uno strato di vernice bituminosa applicata a freddo (primer);
– uno strato di mastice bituminoso applicato a caldo di spessore non inferiore a 2,5 mm;
– una fasciatura continua di tessuto reticolare di vetro;
– uno strato, di spessore non inferiore a 2,5 mm, di mastice bituminoso a caldo che incorpora completamente il tessuto di vetro.

45.7. Anello elastomerico

Gli anelli di guarnizione possono classificarsi in due categorie:
– a rotolamento, per i quali la sezione della guarnizione durante l'operazione di giunzione dei tubi si sposta rotolando su stessa fino ad attestarsi nella sua posizione definitiva; questo tipo di guarnizione non và assolutamente lubrificato;
– a strisciamento, per i quali la guarnizione è mantenuta in posizione fissa (ad esempio collocata in una scanalatura praticata nell'incastro maschio dei tubi) e durante la fase di giunzione striscia contro la superficie contrapposta.
La tenuta idraulica è garantita da una guarnizione toroidale di materiale elastico sintetico.
Gli anelli di guarnizione saranno forniti dal produttore dei tubi insieme alle prescrizioni per il loro montaggio e le indicazioni relative al lubrificante da utilizzare.
La conservazione degli anelli e dei lubrificanti deve prevedersi in luogo protetto e relativamente fresco, facendo attenzione a non esporre le stesse alle intemperie ed all'irradiazione solare diretta.
La durezza se determinata con il metodo della micro-prova specificato nella **ISO 48**, deve essere conforme ai requisiti indicati nei prospetti 2 e 3 previsti dalla norma **UNI EN 681-1**:
– prospetto 2 – (Requisiti delle proprietà fisiche per i materiali utilizzati nei sistemi per il convogliamento di acqua fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana);
– prospetto 3 – (Requisiti delle proprietà fisiche per i materiali utilizzati nei sistemi di convogliamento continuo di acqua calda fino a 110°C).

45.7.1. Designazione e marcatura

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubazioni devono essere designati in funzione dell'applicazione prevista come descritto nel prospetto 4 della **UNI EN 681-1**:
a) descrizione;
b) numero di norma europea;
c) dimensione nominale;

d) tipo di applicazione in base prospetto 4 della **UNI EN 681-1**;
e) tipo di gomma;
f) nome del giunto.
La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare:
a) la dimensione nominale;
b) l'identificazione del produttore;
c) il numero della norma **UNI EN 681-1** con il tipo di applicazione e la classe di durezza come suffisso;
d) il marchio di certificazione rilasciato da un organismo di controllo;
e) il trimestre e l'anno di fabbricazione;
f) la resistenza a basse temperature;
g) la resistenza all'olio;
h) l'indicazione abbreviata della gomma.

45.8. Giunti

Per la giunzione dei tubi la spinta da applicare al tubo in senso assiale deve essere tale da vincere le forze d'attrito del tubo sul terreno e la resistenza allo schiacciamento della guarnizione. La spinta dovrà essere applicata in modo graduale ed uniforme; non è ammesso l'utilizzo di macchine non idonee (ad es. escavatori, pali caricatrici, ecc.) per i danni da urto che potrebbero provocare alla zona d'alloggiamento delle guarnizioni ed al tubo stesso.
La giunzione dei tubi di calcestruzzo può essere realizzata:
– a bicchiere con anello elastomerico di tenuta a maschio e femmina, dove l'estremità femmina presenta un aumento del diametro interno e del diametro esterno per l'inserimento dell'estremità maschio del tubo congiunto mentre il giunto maschio del tubo presenta un incavo sulla superficie esterna adatto ad alloggiare la guarnizione; a manicotto;
– con sistemi di tipo rigido: mediante sigillatura con cemento di classe 425, applicato previa accurata pulizia e bagnatura delle testate dei tubi, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare. Quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo fluire il legante in eccesso. Devono essere raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti e quindi alla stuccatura di finitura con malta plastica dello stesso agglomerante, in modo da formare un anello di guarnizione.
Il giunto per tubi di calcestruzzo non armato per fognature a sezione interna circolare e senza piede d'appoggio, con riferimento al punto 9.5.3 della **UNI 9534**, deve consentire, senza perdita della tenuta idraulica, uno sfilamento assiale minimo di 15 mm per DN < 600, di 20 mm per 600 < – DN < 1500 e di 30 mm per DN > 1500. L'elastomero deve possedere i requisiti previsti dalla **UNI EN 681-1**.
I giunti per tubi di calcestruzzo in pressione a sezione interna circolare, devono rispettare le prescrizioni del punto 6.1.7 della **UNI EN 639**.
I giunti per tubi di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro devono rispettare le prescrizioni dell'appendice B della **UNI EN 642**.
Il valore massimo di deviazione angolare consentito dal giunto, decrescente al crescere del diametro nominale deve essere dichiarato dal produttore.
La scelta della classe deve dipendere da una verifica statica della condotta nelle reali condizioni di posa in opera, tenuto conto dei carichi agenti e facendo riferimento alla resistenza alla fessurazione.
Il produttore dovrà certificare la sicurezza della tenuta idraulica del giunto.

Art. 46 – TUBI IN PVC

46.1. Tubi per fognature e scarichi interrati non in pressione

I tubi in PVC devono essere realizzati con PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) con aggiunta di additivi e contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per tubi e all'85% per i raccordi stampati.
Le caratteristiche devono essere conformi ai prospetti 1 (tubi) e 2 (raccordi) della **UNI EN 1401-1**.
I tubi ed i raccordo devono essere colorati in tutto il loro spessore come prescritto dal punto 5 della **UNI EN 1401-1.**
Gli spessori minimi e massimi in funzione della rigidità anulare nominale (SN) e del rapporto dimensionale normalizzato (SDR) sono indicati nel prospetto 4 della citata **UNI EN 1401-1**. Per le dimensioni dei raccordi, bicchieri e codoli si farà riferimento rispettivamente ai punti 6.3 e 6.4 della **UNI EN 1401-1**. Per le tipologie dei raccordi si farà riferimento al punto 6.5 della citata norma.
Le dimensioni dei diametri esterni dei tubi sono riportate nel prospetto 3 della **UNI EN 1401-1**. Lo scostamento ammissibile della circolarità (ovalizzazione) dei tubi dopo la produzione deve essere non maggiore a 0,024 del diametro esterno nominale.
La lunghezza deve essere misurata escluso bicchieri o smussi così come indicato dalla figura 1 della **UNI EN 1401-1.**
Le caratteristiche meccaniche devono essere conformi a quanto riportato nei prospetti 9 (tubi), 10 (tubi), 11 (raccordi) della **UNI EN 1401-1**. Le caratteristiche fisiche devono essere conformi a quanto riportato nel prospetti 12 (tubi), 13 (raccordi), 14 (raccordi fabbricati) della citata **UNI EN 1401-1**.
Le tubazioni dovranno riportare nella parte maschio, segno indelebile della lunghezza dell'inserimento del manufatto nella parte femmina. Tale segno sarà esteso a tutta la circonferenza del tubo
Le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI 681-1**.
I tubi in PVC (polivinilcloruro) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acque di scarico, secondo la **UNI EN 1401-1**, devono essere nei tipi:
a) tipo SN4 SDR 41 (4 KN/cm^2) per:
– temperatura massima permanente 40°C

– massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo pari a 6,00 m
– ricoprimento minimo sulla generatrice superiore del tubo pari 1,20 m
– traffico stradale pesante pari a 18 t/per asse
– trincee larghe e strette entro od oltre un 1,00 m dalla struttura (applicazione UD)
– opera di posa corretta
b) tipo SN8 SDR 34 (8 KN/cm^2) per:
– temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C
– ricoprimento minimo sulla generatrice superiore del tubo pari 1,20 m
– per condizioni di posa particolarmente gravose.
Devono essere idonei al trasporto di quanto anzidetto e corrispondere a tutti i requisiti indicati dalla **UNI EN 1401**.

46.1.1. Marcatura dei tubi e dei raccordi
La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare: come descritto nel prospetto 16 della **UNI EN 1401-1**:
a) Tubazioni:
– numero di norma
– dimensione nominale espressa in mm. e riferita al diametro esterno
– spessore minimo di parete
– materiale
– codice di area di applicazione (esterno o interno all’edificio)
– rigidità anulare nominale
– fabbricante
– l’eventuale simbolo per l’impiego a basse temperature
– Linea di produzione.
– Mese e giorno di produzione.
b) Raccordi:
– numero di norma
– dimensione nominale
– angolo nominale
– spessore minimo di parete
– materiale
– codice di area di applicazione (esterno o interno all’edificio)
– fabbricante.

46.2. Giunzioni
Le giunzioni dovranno essere di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione elastomerica. Le guarnizioni dovranno essere del tipo Block o flex block, premontate.

46.3. Resistenza all’ovalizzazione
La resistenza all’ovalizzazione dipende dalla rigidità anulare e dal modulo di reazione del suolo che varia notevolmente in funzione della tipologia e del grado di compattazione del materiale usato per il sottofondo e per il rinfianco. Il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro di 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.
La deformazione diametrale massima ammessa è pari al 5%.
Sono ammissibili velocità fino a 7 m/s e oltre per la buona resistenza all’abrasione.

46.4. Facoltà ispettiva della stazione appaltante
La stazione appaltante potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:
a) accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
b) prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo;
c) esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste dalle norme vigenti;
d) esecuzione di analisi spettrofotometrica, mediante fluorescenza raggi X, al fine della misura del contenuto di cloro totale, per la determinazione del contenuto di resina PVC. Le analisi saranno effettuate a discrezione della stazione appaltante e/o della Direzione Lavori c/o laboratori accreditati dal SINAL. Il metodo di analisi e misura deve essere conforme alla norma UNI EN 1905.

Art. 47 – TUBI IN PVC STRUTTURATO

47.1. Scopo e campo di applicazione

La presente specifica ha lo scopo di regolamentare le modalità di fornitura e collaudo dei tubi di PVC-U (non plastificato) a parete strutturata tipo A1 conformi a EN 13476, per la costruzione di fognature e scarichi interrati non in pressione.

47.2. Norme di riferimento

EN 13476-1 - Sistemi di tubazioni in plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Sistemi di tubi a parete strutturata di polivinilcloruno non plastificato (PVC-U).
I tubi in PVC (polivinilcloruro) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acque di scarico, secondo la EN 13476, devono essere nei tipi:
a) tipo SN4 (4 kN/m^2) per:
– temperatura massima permanente 40°C
– massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo pari a 6,00 m
– ricoprimento minimo sulla generatrice superiore del tubo pari 1,20 m
– traffico stradale pesante pari a 18 t/per asse
– trincee larghe e strette entro od oltre un 1,00 m dalla struttura (applicazione UD)
– opera di posa corretta
b) tipo SN8 (8 kN/m^2) per:
– temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C
– ricoprimento minimo sulla generatrice superiore del tubo pari a 1,00 m.
– per condizioni di posa particolarmente gravose.
Devono essere idonei al trasporto di quanto anzidetto e corrispondere a tutti i requisiti indicati dalla **UNI EN 1401**.
c) tipo SN16 (16 kN/m^2) per:

- temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C.
- per condizioni di posa particolarmente gravose.
- ricopertura minimo sulla generatrice superiore del tubo pari a 0,80 m.
- traffico stradale pesante pari a 18 t/per asse.
- opera di posa corretta.

47.3. Materia prima

La materia prima deve essere una miscela di PVC stabilizzata ed addizionata con opportuni addittivi necessari a coadiuvare il processo di trasformazione.
Il contenuto di PVC nella miscela deve essere almeno 80% in massa.

47.4. Caratteristiche della materia prima in forma di tubo parete compatta

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità Temperatura di prova Orientamento Numero di provette Tensione circonferenziale Tempo di condizionamento Tipo di prova Periodo di prova	Tipo a) o tipo b) 60 °C Libero 3 10 MPa 1 h Acqua in acqua 1000 h	UNI EN 921

47.5. Tubi

I tubi devono essere prodotti con materia prima (miscela di PVC) vergine in forma di granulo o polvere che non è stata sottoposta ad uso o lavorazioni diverse da quelle richieste per la produzione dei tubi.
Non è ammesso l'impiego di:

- materiale riciclato;
- materiale rilavorabile.

47.6. Tipo profilo

La struttura costituente la parete del tubo dovrà essere contraddistinta da una serie di cavità o fori disposti in senso longitudinale all'asse del tubo (tipo A1 previsto nella norma di riferimento EN13476) in numero e forma geometrica tali da garantire la rigidità anulare richiesta in relazione alla classe di appartenenza.

47.7. Caratteristiche generali dei tubi

Caratteristiche	Requisiti

Caratteristiche della composizione	Modulo di elasticità Massa volumica media Coefficiente medio di dilatazione termica Conducibilità termica Resistenza superficiale	$E_{(1min)} \geq 3000$ MPa ≈ 1400 kg/m^3 ≈ 0,08 mm/mK ≈ 0,16 $WK^{-1}m^{-1}$ $> 10^{12}\ \Omega$
Resistenza chimica	I tubi conformi alla norma di riferimento ed alla presente specifica devono essere resistenti alla corrosione da parte di acqua con ampio intervallo di valori pH, come l’acqua degli scarichi domestici, l’acqua piovana, l’acqua di superficie e del suolo.	
Deformazione diametrale	Condizioni normali di installazione: deformazione media prevedibile	< 5 %
Designazione parete	I tubi devono essere costruiti per estrusione con la parete a fori disposti in posizione longitudinale di tipo A1 (EN13476 – UNI 10968) e di forma geometrica tale da garantire la rigidità anulare richiesta dalla presente specifica (come descritto in 4.1. del presente disciplinare)	
Codice di applicazione	I tubi devono essere idonei alla realizzazione di fognature e scarichi non a pressione, interrati all’esterno del perimetro dell’edificio con codice di area di applicazione U (UNI EN 1401).	
Colore	Rosso mattone o Grigio chiaro In considerazione dell’eventuale esposizione ai raggi solari un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non comprometterà l’idoneità del tubo all’impiego e conseguente motivo di rifiuto della fornitura.	RAL 8023 RAL 7037
Aspetto	La superficie interna ed esterna dei tubi deve essere liscia, pulita e priva di cavità, impurità e porosità e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa impedire la loro conformità alla norma di riferimento ed alla presente specifica.	

47.8. Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Rigidità anulare	≥ corrispondente SN (≥ $2kN/m^2$ ≥ $4kN/m^2$ ≥ $8kN/m^2$) > 16 Kn/MQ.	UNI EN ISO 9969		UNI EN ISO 9969
Resistenza all’urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova	(0 ± 1) °C	UNI EN 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	

		Massa del percussore per: dem = ≤ 110 mm 110 < dem ≤ 125 mm 125 < dem ≤ 160 mm 160 < dem ≤ 200 mm 200 < dem ≤ 250 mm 250 < dem ≤ 315 mm 315 < mm Altezza di caduta del percussore per: dem ≤ 110 mm dem > 110 mm	0,5 kg 0,8 kg 1,0 kg 1,6 kg 2,0 kg 2,5 kg 3,2 kg 1600 mm 2000 mm	
Rapporto di deformazione plastica (creep)	≤ 2,5 a 2 anni di estrapolazione	UNI EN ISO 9969		UNI EN ISO 9967
Flessibilità dell’anello	Deve essere conforme al 3.2.3.1.	Deflessione	30 % di dem	UNI EN 1446
		Lunghezza della provetta	Deve incorporare almeno 5 costole di rinforzo	
		Posizione della provetta	Linea divisoria dello stampo, quando applicabile, a 0°, 45° e 90° dalla piastra superiore	

47.9. Flessibilità dell’anello

Durante la prova i provini, visivamente ispezionati senza ingrandimento, devono essere conformi:
a) non deve esserci un decremento della forza misurata;
b) non devono esserci rotture in ogni parte della struttura della parete.

Dopo la prova devono essere conformi:
a) non ci siano altri tipi di rottura nella provetta;
b) imbozzamento permanente in ogni parte della struttura includendo i crateri e le depressioni non devono avvenire in nessuna direzione.

47.10. Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova

Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	≥ 79°C	Conformi alla UNI EN 727		UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture.	Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743 Metodo A: bagno liquido
		Tempo di immersione per: e ≤ 8 mm e > 8 mm	15 min 30 min	
		oppure		
		Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743 Metodo B: in aria
		Tempo di immersione: e ≤ 8 mm e > 8 mm	30 min 60 min	
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova Tempo di immersione:	15 °C 30 min	UNI EN 580

47.11. Dimensioni

I tubi devono avere, i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma di riferimento EN 13476 –1, Capitolo n. 7 Tabelle 5 e 6 (tipo A1).

I tubi, secondo quanto indicato nell'ordine saranno forniti per tutti i DN/OD in barre di lunghezza utile 6 m (escluso il bicchiere).

47.12. Sistemi di giunzione

Il sistema di giunzione è a bicchiere con guarnizione elastomerica di tenuta preinserita e provvista di anello di rinforzo interno realizzato in materiale plastico rigido,.
Le tubazioni dovranno riportare nella parte maschio, segno indelebile della lunghezza dell’inserimento del manufatto nella parte femmina. Tale segno sarà esteso a tutta la circonferenza del tubo

47.13. Estremità dei tubi

Ogni tubo dovrà pervenire con l’estremità liscia tagliata nettamente e perpendicolare all’asse del tubo stesso con uno smusso di ~ 15°.

47.14. Guarnizioni

Le guarnizioni non devono provocare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e devono avere la rispondenza ai requisiti prescritti nelle UNI EN 681-1, UNI EN 681-2.
Le guarnizioni dovranno prevedere un sistema di bloccaggio tale da garantire la stabilità della guarnizione stessa all’interno del bicchiere ed in particolare modo durante le fasi di accoppiamento tra tubo e tubo.

47.15. Marcatura e contrassegni dei tubi

La marcatura dei tubi deve essere leggibile e indelebile, riportata su almeno una generatrice con intervalli non maggiori di 2 m, e contenere almeno i dati:

- Numero della norma – EN 13476-1;
- Codice d’area di applicazione – U;
- Nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- Indicazione del materiale (PVC-U);

- Mese e anno di produzione;
- Diametro esterno (DN/OD);
- Rigidità anulare SN.

47.16. Documenti

Il fornitore in fase di offerta deve allegare:
- la certificazione di di conformità a UNI EN ISO 9000 del Sistema Qualità del produttore, di istituti o società terze, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45012;
- dichiarazione firmata dell’utilizzo di materia prima (miscela) vergine;
- la certificazione di conformità del prodotto alla norma EN 13476, da parte di istituto o società terzi, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45011.

Ad ogni fornitura, quando richiesto nell’ordine, il tubo deve essere accompagnato da:
- attestato di conformità dei prodotti alla norma di riferimento EN 13476:

Se concordato in sede d’ordine il fornitore dovrà garantire inoltre :
- l’assistenza da parte di un tecnico qualificato in occasione dell’inizio lavori di cantiere per la verifica delle corrette modalità di posa;
- l’assistenza da parte di personale competente in merito alle procedure di collaudo in opera di condotte interrate di fognatura.

47.17. Movimentazione e trasporto dei tubi

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri. L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

Art. 48 – TUBI E RACCORDI DI POLIETILENE (PE)

48.1. Generalità

Le tubazioni ed i pezzi speciali in PEAD dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Dovranno essere usate tubazioni del tipo PE 80 o PE 100, a seconda delle indicazioni riportate sugli elaborati di progetto, prodotte conformemente alla norma UNI EN 12201-1, ricavate per estrusione da polietilene vergine al 100% non rigenerato.
Dovranno essere comprovati, attraverso certificati di Enti o Laboratori accreditati a livello europeo, i valori di MRS (Minimum Required Strenght), SCG (Slow Crack Growth) e RCP (Rapid Crack Propagation).
I controlli sul ritiro a caldo delle tubazioni dovranno essere eseguiti a norma UNI 7615.
I raccordi e pezzi speciali per le tubazioni in PEAD devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi. Tali raccordi dovranno essere prodotti per stampaggio o, nel caso non siano reperibili sul mercato, ricavati direttamente da tubo diritto mediante tagli, sagomature ed operazioni a caldo. In ogni caso tali operazioni devono essere eseguite in officina dal personale specializzato e con idonea attrezzatura, tale da garantire l’uniformità produttiva.
Dovranno rispondere alla norma UNI EN 12201-3. Per figure o dimensioni non previste dalle norme succitate si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

48.2. Garanzie del produttore

a) Materia prima
Il fornitore è obbligato, su esplicita richiesta della stazione appaltante, a consegnare un campione di materia prima utilizzata per la produzione dei tubi, oltre che le specifiche tecniche di tale materiale, per un eventuale comparazione tra materia prima e tubo.
b) Tubo
Il produttore deve mantenere a disposizione della stazione appaltante la documentazione relativa ai lotti di materia prima utilizzati per la produzione dei tubi e la documentazione dei collaudi eseguiti sugli stessi; all’atto della consegna il fornitore allegherà ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità.
c) Il produttore/fornitore di tubi deve dimostrare di essere iscritto e di aver versato il contributo al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48) per l’anno in corso.

48.3. Divieti costruttivi

Non è ammesso l’impiego anche se parziale di:
• compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
• compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;

• lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
• la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
• l’impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

48.4. Marcatura

La marcatura sul tubo deve essere eseguita per impressione chimica o meccanica, a caldo e indelebile.
Essa deve contenere come minimo:
a) nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto
b) tipo di materiale (PE 100)
c) normativa di riferimento UNI EN 12201
d) diametro nominale
e) pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), spessore
f) codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell’IIP
g) data di produzione.
Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore.
I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

48.5. Caratteristiche dimensionali e meccaniche

Il materiale impiegato per la produzione dei tubi e dei raccordi dovrà essere esclusivamente del tipo PE 80 o PE 100, con riferimento alla **UNI EN 12201-1,** mentre i tubi per la distribuzione dell’acqua sono ora classificati secondo:
– il rapporto dimensionale normalizzato (SDR), dato dal rapporto tra il diametro esterno nominale (Dn) e lo spessore nominale della parete:
tubi in PE 80 SDR 26, SDR 17, SDR 11, SDR 7,4
tubi in PE 100 SDR 26, SDR 17, SDR 11, SDR 7,4;
– la pressione nominale in bar per i valori suddetti di SDR vale rispettivamente:
tubi in PE 80 PN 5, PN 8, PN 12,5, PN 20
tubi in PE 100 PN 6,3, PN 10, PN 16, PN 25.
Devono presentare superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti, sezione compatta ed esente da cavità o da bolle.
Il diametro medio esterno e il relativo massimo scostamento dalla circolarità deve essere conforme al prospetto 1 della **UNI EN 12201**.
Gli spessori di parete (S) e le relative tolleranze per la serie di tubi SDR 6 (S = 2,5) – SDR 7,4 (S = 3,2) – SDR 9 (S = 4) – SDR 11 (S = 5) – SDR 13,6 (S = 6,3) – SDR 17 (S = 8) – SDR 17,6 (S = 8,3) – SDR 21 (S = 10) – SDR 26 (S = 12,5) – SDR 33 (S = 16) – SDR 41 (S = 20) debbono essere conformi al prospetto 2 della **UNI 12201.**
I tubi potranno essere del tipo:
– tubi a bassa densità (PE b.d.) prodotto per polimerizzazione dell’etilene sotto alta pressione;
– tubi ad alta densità (PE a.d.) prodotto sotto bassa pressione.
I tubi PE b.d. devono possedere i requisiti di cui al prospetto I (Caratteristiche generali dei polimeri) della norma **UNI 7990**, che distingue le serie di tubi PE 25 e PE 32. Per gli spessori si farà riferimento ai prospetti IVa (Dimensioni per tubi della serie PE 25) e IVb (Dimensioni per tubi della serie PE 32), riferiti ai valori di pressioni nominali PN (4,6 10). Gli spessori dei tubi saranno rapportati a 4 valori normalizzati della pressione nominale di esercizio (PN 2,5 – 4 – 6 – 10 Kgf/cm^2) riferita alla temperatura di 20°C. Per l’esecuzione di prove di controllo si farà riferimento alla **UNI 7991.**

48.6. Tolleranze dimensionali

Le misurazioni devono essere eseguite con strumenti la cui precisione risponde alla precisione richiesta dalla **UNI EN 12201**.
La resistenza del materiale alla prefissata sollecitazione di 150 bar (15 MPa) sarà saggiata mediante ulteriore prova di pressione interna, su provetta, da eseguirsi con le modalità di cui al punto 4.5 della norma citata. Gli altri requisiti saranno verificati sempre con riferimento alla **UNI EN 12201**.

48.7. Caratteristiche organolettiche.

Le tubazioni dovranno essere prodotti con materiali e processi di produzioni, tali da non alterare le proprietà organolettiche del fluido trasportato, e verificate secondo norma UNI EN 1622.

48.8. Tubi di PE ad alta densità per condotte di scarico interrate

I tubi per condotte di scarico interrate saranno individuati come tipo 303 di cui al Prospetto I della **UNI EN 12666**
La norma **UNI EN 12666** prevede diametri nominali, coincidenti con i diametri esterni medi, dal DN 250 al DN 1000.

La rigidità nominale dei tubi è SN 2 kN/m^2; i tubi devono devono essere conformi, per diametri (esterno ed esterno medio), spessori e relative tolleranze al prospetto corrispondente della UNI EN 12666.
I valori dei diametri esterni previsti sono: 250, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 800, 1000.
Le condizioni d'impiego previste dalla **UNI EN 12666** sono:
– la temperatura massima permanente dei fluidi condotti: ≤ 40°C;
– il massimo ricoprimento sulla generatrice del tubo dovrà essere:
H = 6,00 m se la larghezza dello scavo non supera D + 50 cm
H = 4,00 m se la larghezza dello scavo non supera D + 100 cm.
Il ricoprimento minimo sotto superficie di traffico fino a 20 t/asse = 150 cm deve essere di:
100 cm per diametri ≤ DN 600
150 cm per diametri **≤** DN 600.
I tubi devono essere forniti in barre di 6,00 m o 12,00 m secondo disposizione.
Per gli ulteriori requisiti si rimanda alla norma UNI EN 12666 che prevede:
– esame dell'aspetto;
– verifica delle tolleranze sul diametro esterno medio, sul diametro esterno qualunque, sullo spessore e sulla lunghezza;
– prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi e dei giunti;
– tensioni interne dei tubi e dei giunti;
– resistenza alla pressione interna;
– resistenza chimica nei confronti dei fluidi: **UNI ISO/TR 7474.**

48.9. Raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua

I raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni della **UNI 12201-3** e del Decreto 174 del 6 aprile 2004.
Per i raccordi a serraggio meccanico in materiale plastico valgono i requisiti della norma **UNI 9561.**

48.10. Designazione e marcatura

La designazione dei tubi dovrà comprendere: la denominazione, l'indicazione del tipo, il valore del diametro D, la pressione nominale PN, il riferimento alla citata norma.
La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PE a.d.); il tipo; il valore del diametro esterno D; la pressione nominale PN; il marchio di fabbrica; il periodo di produzione.

48.11. Facoltà ispettiva della stazione appaltante

La stazione appaltante potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:
a) accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
b) prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell'estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;
c) esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste dalle norme vigenti;
d) analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici dei compound da delegare al produttore di materia prima;
e) la stazione appaltante e/o la Direzione Lavori si avvarrà della facoltà di richiedere l'esecuzione di prove di tenuta idraulica a breve, (test non distruttivi), da eseguirsi c/o il produttore o laboratorio terzo, ad una pressione idrostatica inferiore o uguale alla pressione Nominale. Tale test potrà essere eseguitio su una percentuale delle tubazioni pari al 5% del totale fornito.
Suddette prove di breve durata, avranno lo scopo di verificare l'assenza di difetti di tipo macroscopico e di caratterizzare, attraverso le curve registrate per ciascuna prova, il corretto comportamento viscoelastico delle materia prima (polietilene PE 100 e PE 80), impiegata nella estrusione dei tubi. La documentazione con la registrazione delle curve della prova idraulica suddetta, e quella della curva di riferimento del polietilene impiegato nella estrusione dei tubi dovrà essere consegnata, a cura del produttore, alla stazione appaltante e/o Direzione Lavori, per ogni singola fornitura. I costi saranno a totale carico delle stazione appaltante e/o della Ditta esecutrice della posa in opera.

48.12. Tubi di PE100 sigma 80 ad elevate prestazioni per adduzione acqua in pressione secondo UNI EN 12201

48.12.1. Oggetto della fornitura

Fornitura di tubi in polietilene alta densità PE/AD denominato PE100 sigma 80 ottenuti per estrusione di materia prima, polietilene alta densità PE100, con caratteristiche prestazionali superiori tali da consentire l'utilizzo dei tubi con tecniche di posa non convenzionali, perfettamente atossici e idonei all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare, conformi alla norma UNI EN12201 e rispondenti al Decreto Legislativo nr. 174 del 06/04/2004 e successive modifiche; realizzati per estrusione di materia prima al 100% vergine e conforme ai requisiti di EN12201 .
Il produttore/fornitore di tubi deve dimostrare di essere iscritto e di aver versato il contributo al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48) per l'anno in corso.

48.12.2. Requisiti della materia prima

La conformità ai requisiti EN12201 parte 2 della materia prima impiegata nella estrusione dei tubi forniti, deve essere documentata dai produttori di materia prima e copie dei relativi report, quando richiesto, devono essere forniti. In particolare la documentazione deve riportare i valori:

- MRS ≥ 10 MPa,
- OIT (Oxidation Induction Time a 200°) ≥ 50 min,
- RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11 / 0° / 10,0 bar (Diam 250), 24,0 bar (Diam 500),
- **SCG (Slow Crack Growth) > 5000h / 80° / 9,2 bar, SDR11 (Diam 110 o 125).**
- Resistenza specifica alla pressione interna > 8760 h, σ = 4 MPa, 80°C, in bagno di soluzione di tensioattivo (Arkopal) al 2% in presenza di carico concentrato sul tubo.

48.12.3. Requisiti dei tubi

I tubi devono essere conformi a EN12201-2 e idonei al convogliamento di fluidi in pressione, acquedotti, impianti d’irrigazione e trasporto di fluidi alimentari.
I tubi sono ad estremità lisce, forniti in barre o rotoli in rapporto al diametro.
Il colore deve essere blu (RAL 5005). Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità di sorta.
La marcatura minima sui tubi deve essere conforme alla norma EN 12201 e riportare quindi indelebilmente almeno:

- numero della norma EN12201
- nome del fabbricante
- Diam. X sp,
- SDR e PN,
- identificazione materiale,
- data di produzione,
- n.ro trafila,
- n.ro lotto,
- marchi di qualità.

48.12.4. Collaudi non distruttivi sui tubi

Oltre alle prove previste (di tipo distruttivo) dalla norma di riferimento (UNI EN12201-2), devono essere eseguite al costo previsto, sulla percentuale della produzione (5% indicata a discrezione del committente) oggetto della fornitura, specifiche prove di tenuta idraulica (non distruttive) ad una pressione idrostatica inferiore o uguale alla Pressione Nominale. Suddette prove di breve durata, hanno lo scopo di verificare l’assenza di difetti di tipo macroscopico e di caratterizzare, attraverso le curve registrate per ciascuna prova, il corretto comportamento viscoelastico della materia prima (polietilene PE100) impiegato nella estrusione dei tubi.

48.12.5. Sistema qualità e certificazioni

a) La ditta produttrice e/o fornitrice deve allegare all’offerta valida certificazione relativa al versamento del contributo al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48).
b) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alle norme UNI EN ISO 9002 del proprio Sistema Qualità Aziendale, rilasciati secondo UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
c) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto alla norma di riferimento rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert, sulla intera gamma fornita.
d) I tubi forniti devono essere accompagnati da documentazione del produttore relativa all’esito positivo dell’avvenuto collaudo per ciascun lotto di tubi prodotto oggetto della fornitura; le registrazioni evidenzieranno in particolare l’effettuazione dei test::
    a. OIT > 20 min, 200°C (report curva calorimetrica) secondo UNI EN 728;
    b. Caratteristiche in trazione (report curva di trazione) secondo UNI EN ISO 6259;
    c. Resistenza alla pressione interna 165h sigma=5,5 MPa 80°C (UNI EN ISO 1167).
e) Registrazione delle curve delle prove di tenuta idraulica eseguite su una parte (5%) e, per il confronto, curva di riferimento del polietilene utilizzato nella estrusione dei tubi.

48.12.6. Modalità di posa in opera e collaudo

a) L'impresa appaltatrice deve installare le tubazioni di questo capitolato attenendosi alle requisiti della norma ENV 1046, della norma UNI 11149 e operando con la migliore “regola d’arte” seguendo le raccomandazione della Pubblicazione n.ro 10 dell’Istituto Italiano dei plastici.
b) L'impresa appaltatrice deve collaudare la condotta in cantiere, sotto la supervisione della Direzione Lavori, in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo i metodi previsti dalla norma UNI 11149 e/o UNI EN 805.

Art. 49 – TUBI IN GRES

49.1. Generalità
I tubi e gli elementi complementari in gres debbono essere realizzati con impasti d’argille e successivamente sottoposti a cottura di vetrificazione.

49.2. Accettazione
I tubi debbono essere forniti privi di difetti superficiali tali da comprometterne la funzionalità e la tenuta ai liquidi trasportati. Eventuali difetti apparenti debbono essere accettati dalla direzione dei lavori.
I tubi e gli elementi complementari possono essere verniciati sia all’interno e sia all’esterno. Non è richiesta la verniciatura per le superfici di contatto delle punte e dei bicchieri dei tubi.
I prodotti ottenuti devono rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:
a) Tubi ed elementi complementari di gres: **UNI EN 295-1** *(Specificazioni)*; **UNI EN 295-2** *(Controllo della qualità e campionamento)*; **UNI EN 295-3** *(Metodi di prova);* **UNI EN 295-4** *(Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento ed accessori compatibili)*; **UNI EN 295-5** *(Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres)*; **UNI EN 295-6** *(Requisiti per pozzetti di gres) e* **UNI EN 295-7** *(Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta)*;
b) Mattoni, mattonelle e rivestimento fondi fogna di gres: **UNI 9459.**

49.3. Dimensioni e tolleranze
I diametri nominali (DN) minimi ammessi, da 100 a 1200 mm, devono essere conformi al prospetto I della **UNI EN 295-1**. È ammessa una tolleranza del 2,5% tra il diametro nominale e il diametro minimo.
Le lunghezze nominali secondo i diametri nominali devono essere conformi al prospetto II della **UNI EN 295-1**. È ammessa una tolleranza compresa tra – 1% e + 4% con un minimo di ± 10 mm.
La tolleranza sulla rettilineità è indicata al prospetto III della **UNI EN 295-1**.
La deviazione della parete esterna rispetto alla linea retta della canna dei tubi deve rispettare le seguenti prescrizioni secondo il diametro nominale dei tubi:
– per DN < 150 deve essere 6 mm/m
– per 150 Ø ≤ DN ≤ Ø 250 deve essere 5 mm/m
– per DN > 250 deve essere 4 mm/m.
L’angolo di curvatura indicato dal punto 2.7 della **UNI EN 295-1** può assumere i seguenti valori: 11,25° – 15° – 22,25° – 30° – 45° e 90°.

49.4. Marcatura
Su ogni tubo o elemento complementare, secondo il punto 6 della **UNI EN 295-1,** deve essere impresso, preferibilmente prima della cottura, e in modo indelebile:
– norma UNI
– marchio CE
– marchio di fabbrica
– marchio dell'ente di certificazione
– data di fabbricazione
– diametro nominale
– sistema di giunzione
– resistenza allo schiacciamento
– eventuale resistenza al momento flettente.

49.5. Sistemi di giunzione
I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso del marchio previsto dalla **UNI EN 295**, debbono essere sottoposti alle seguenti prove previste dal punto 16 della **UNI EN 295-3**:
– indice di rammollimento
– resistenza a trazione
– allungamento di rottura
– temperatura elevata
secondo i limiti del prospetto VIII della **UNI EN 295-1.**
I giunti a manicotto di polipropilene forniti da terzi debbono essere sottoposti alle prove previste dal punto 17 della **UNI EN 295-3.**
In particolare i giunti debbono essere sottoposti alle pressioni interne ed esterne di 5 kPa e di 50 kPa previste dai punti 3.2.1 e 3.2.2 della **UNI EN 195-1**.
Le tubazioni devono essere dotate, sia sul bicchiere sia sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano, fissate nello stabilimento di produzione.

Art. 50 – TUBI DI TIPO SPIRALATO

50.1. Materiali
I tubi spiralati potranno essere realizzati con policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) ai quali saranno aggiunti particolari additivi per facilitarne la lavorazione.

Tali tipi di tubi possono includere componenti elastomeriche continue come guarnizioni con materiali conformi alle **UNI EN 681-1**, **UNI EN 681-2** o **UNI EN 681-4**, o con un adesivo continuo. Le guarnizioni potranno essere applicate con componenti realizzati con polimeri diversi da PVC-U, PP o PE.
I colore dello strato esterno potrà essere, ad esempio, nero, arancio, marrone o grigio polvere. Gli stati esterni ed in interni debbono essere colorati in massa.

50.2. Requisiti per l’accettazione

I tubi saranno identificati secondo il loro diametro esterno e/o secondo il diametro interno.
Le superfici esterne ed interne dei tubi e raccordi devono presentarsi lisce, pulite e senza incavi, graffi, impurità visibili o pori ed ogni irregolarità superficiale.
Le estremità devono essere tagliati in modo netto e perpendicolari all'asse del tubo e all'interno di ogni zona di taglio. Gli orli dei tubi spiralati devono essere arrotondati.

Capitolo 3 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

Art. 51 – OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal "Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Generali", dal presente presente "Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche" e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati:
– **Legge 20 marzo 1865, n. 2248** – *Legge sui lavori pubblici (All. F)*.
– **C.M. 5 maggio 1966, n. 2136** – *Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti.*
– **D.M. 23 febbraio 1971** – *Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.*
– **C.M. 7 gennaio 1974, n. 11633** – *Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.*
– **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*.
– **C.M. 2 dicembre 1978, n. 102** – *Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.*
– **D.M. 24 novembre 1984** – *Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8*.
– **D.M. 12 dicembre 1985** – *Norme tecniche relative alle tubazioni.*
– **C.M. 20 marzo 1986, n. 27291** – *D.M. 12 dicembre 1985. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.*
– **Legge 5 marzo 1990, n. 46** – *Norme per la sicurezza degli impianti*.
– **D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – *Nuovo codice della strada*.
– **Legge 5 gennaio 1994, n. 36** – *Disposizioni in materia di risorse idriche*.
– **D.M. 9 gennaio 1996** – *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*.
– **D.P.C.M. 4 marzo 1996** – *Disposizioni in materia di risorse idriche.*
– **D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493** – *Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro*.
– **D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494** – *Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili*.
– **D.M. 8 gennaio 1997, n. 99** – *Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.*
– **C.M. 24 gennaio 1998, n. 105/UPP** – *Nota esplicativa al D.M. 8 gennaio 1997, n. 99, recante: Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.*
– **Dir.P.C.M. 3 marzo 1999** – *Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici*.
– **D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490** – *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della Legge 8 ottobre 1997, n. 352.*
– **D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554** – *Regolamento di attuazione della Legge 11 febbraio 1994, n. 109 legge quadro in materia di lavori pubblici, e successive modificazioni.*
– **D.M. 19 aprile 2000, n. 145** – *Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.*
– C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10 – *Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua - D.M. 12 dicembre 1985 - Chiarimenti.*
– **Legge 1 agosto 2002, n. 166** – *Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti.*
– **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** – *Norme in materia ambientale*.
– **D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163** – *Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture*.
– **d.P.R. 05 ottobre 2010 n°207 -** *Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163*

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi alle migliori regole d'arte nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.
Per tutte le categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Art. 52 – DEMOLIZIONI

52.1. *Interventi preliminari*

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».
Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

52.2. *Idoneità delle opere provvisionali*

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.
Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare quelli non ritenuti più idonei.
In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.
Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

52.3. *Ordine delle demolizioni*

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.
La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli Ispettori del lavoro.

52.4. *Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta*

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica del comune in cui si eseguono i lavori od altra discarica autorizzata ovvero su aree preventivamente acquisite dal comune ed autorizzate dal comune; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.
Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

52.5. *Proprietà dei materiali da demolizione a scavo*

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.
Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

Art. 53 – SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE

53.1. *Tracciamenti*

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, intendendosi che essa riceverà in consegna dalla Direzione Lavori i capisaldi altimetrici e i vertici principali; l'Impresa procederà poi, in contraddittorio con la D.L. al rilievo di prima pianta del profilo e delle sezioni trasversali. Qualora dal tracciamento risultassero scavi o rilevati in quantità eccedenti le previsioni di progetto, l'Impresa dovrà dare avviso alla Direzione Lavori perché siano introdotte tempestivamente le necessarie modifiche e non si abbiano poi eccedenze che potranno non essere contabilizzate, e che comunque non saranno, se non denunciate, considerate agli effetti dell'applicazione dell'art. 13 del Capitolato Generale dello Stato per quanto riguarda variazioni.
Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione l'Appaltatore dovrà far riferimento a quelli posti in sito, a suo tempo, dall'Ente Appaltante e riportati nell'apposita monografia.
L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.
Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica o plastificata fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

53.2. *Viabilità nei cantieri*

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.
Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi

stessi.
La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.
I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.
Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.
Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

53.3. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi
Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.
Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l’impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l’impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom., P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell’esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate.
Il maggior onere al quale l’impresa dovrà sottostare per l’esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.
Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l’impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla direzione dei lavori.
Rimane stabilito ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l’unica responsabile rimane l’impresa, restando del tutto estranea l’amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.
Fanno comunque carico all’amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte che si rendessero necessari.

53.4. Scavi di sbancamento
Sono così denominati tutti gli scavi occorrenti per il risezionamento di corsi d'acqua, per l'impianto di opere d'arte, per la bonifica dei piani di posa, ecc., portati a finitura secondo i disegni di progetto e gli ordini della Direzione Lavori.
L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere a suo carico e spesa alla rimozione delle materie franate e nei casi di inadempienza dovrà attenersi alle disposizioni all'uopo impartite.
L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi possibilmente completi. Inoltre dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e comunque mantenere efficiente a sua cura e spese il deflusso delle acque, anche, se occorra, con canali fugatori.
Si provvederà anzitutto al taglio delle piante, alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed al loro trasporto fuori della sede del lavoro ed all'eventuale consegna ad enti o persone designate dalla Direzione Lavori.
Si procederà quindi alla escavazione ed eventuale raccolta del terreno coltivo su aree da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore in prossimità dei lavori.
Si potrà quindi procedere alla escavazione totale secondo le sagome prescritte dal progetto. Tali sagome potranno essere modificate ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori in funzione della natura dei terreni attraversati.
Lo scavo potrà essere eseguito anche in presenza d'acqua previa autorizzazione della D.L.
Sarà considerato come scavo di sbancamento normale anche la demolizione di massicciate stradali e di murature a secco, nei quali casi l'Appaltatore ha l'obbligo, senza con ciò aver diritto a compenso alcuno, della cernita ed accatastamento dei materiali riutilizzabili per i lavori di cui trattasi su aree da provvedersi a sua cura e spese.
I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti quantitativamente o non idonei per la formazione di rilevati arginali o stradali, se non riutilizzabili nell’ambito del cantiere, dovranno essere portati a rifiuto a discarica autorizzata o su aree predisposte a cura e spese dell'Appaltatore, il quale avrà l’onere di ottenere le necessarie autorizzazioni da parte degli Enti competenti.
Tutti quei materiali che, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, possono essere riutilizzati nell'ambito del cantiere, dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, nelle zone di reimpiego. Gli eventuali oneri per il trasporto ed il conferimento a discarica, qualora non diversamente specificato in E.P., sono compresi e compensati nelle voci di elenco prezzi relative allo scavo.
Nei lavori di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell’art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un’inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.
Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.
Il posto di manovra dell'addetto all’escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la

zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

53.5. Scavo a sezione ristretta

Per scavi a sezione ristretta si intendono gli scavi chiusi da pareti di norma verticali che riproducono il perimetro delle fondazioni dell'opera da costruire e ricadenti al di sotto dei piani di sbancamento precedentemente eseguiti.
Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi a sezione ristretta devono essere spinti fino alla profondità che sarà fissata dalla Direzione Lavori. Resta infatti chiarito che le profondità indicate nei disegni di progetto sono esplicitamente indicative e che la Direzione Lavori si riserva la piena facoltà di variarle nel senso e nella misura che riterrà più conveniente senza che ciò dia motivo alcuno all'Appaltatore per sollevare obiezioni o richiedere particolari compensi.
I piani di fondazione dovranno essere di regola orizzontali.
Resta però facoltà della Direzione Lavori per quelle opere che ricadono su falde inclinate di prescrivere una determinata pendenza verso monte oppure la formazione di opportuni gradoni.
Gli scavi a sezione ristretta potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpate, in funzione del tipo di terreno incontrato.
Nel caso di scavi in terreni la cui consistenza non dia sufficiente garanzia di stabilità (art. 13 D.P.R. 7.1.1956 n° 164) dovranno essere solidamente puntellati, sbadacchiati e sostenuti con apposite armature (cassa chiusa o blindaggio) in modo da assicurare gli operai contro ogni pericolo ed impedire ogni smottamento di materia sia durante la esecuzione degli scavi che durante la posa delle condotte o esecuzione di murature.
L'Appaltatore è responsabile dei danni alle persone e cose che potessero derivare dalla mancanza ed insufficienza di puntellazioni, sbadacchiature, armature in genere.
I materiali provenienti dagli scavi a sezione ristretta non impiegati nei reinterri e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego, o comunque esuberanti dovranno essere portati su aree di rifiuto da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore.
L'aggottamento delle acque piovane è compreso e compensato negli oneri a carico dell'Appaltatore per questa lavorazione.
Valgono per questi scavi le prescrizioni esecutive dettate nel precedente articolo relativo agli scavi di sbancamento.

Art. 54 – RILEVATI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.
Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.
Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si devono sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.
Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 *cm*, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.
Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non devono essere scaricate direttamente contro le murature, ma devono depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.
È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.
È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Art. 55 ARMATURA A CASSA CHIUSA - BLINDAGGIO DEGLI SCAVI

55.1. Armatura a cassa chiusa

L'armatura a cassa chiusa viene utilizzata per il sostegno delle pareti dello scavo e per l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. La cassa chiusa, metallica, è trascinata, dalla macchina operatrice, dalla posizione di scavo da ritombare alla posizione di scavo da sostenere e salvaguardare. Tale lavorazione sarà compensata a metro quadrato di parete di scavo effettivamente salvaguardata, ma solo per scavi di altezza superiore a m 1,50.
L'impiego della cassa chiusa per il sostegno delle pareti dello scavo con tubazioni di elementi della lunghezza di m 6,00 o superiore non è accettata, ma si dovrà impiegare il sistema di "blindaggio" delle pareti medesime. Sarà comunque cura della D.L. disporre su quanto sopra con ordini scritti.

55.2. *Blindaggio degli scavi*

Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli. Esse saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.
Il blindaggio verrà compensato a metro quadrato di parete di scavo effettivamente contrastata e sorretta.
Il blindaggio degli scavi sarà eseguito solo dietro esplicita autorizzazione della D.L.
Tale lavorazione sarà compensata a metro quadrato di parete di scavo effettivamente salvaguardata, ma solo per scavi di altezza superiore a m 1,50.

Art. 56 – PARATIE E DIAFRAMMI

56.1. *Generalità*

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.
Le paratie ed i diaframmi potranno essere:
– del tipo a palancole metalliche infisse;
– del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
– del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
– a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;
Devono essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

56.2. *Palancole infisse*

56.2.1. *Paratie a palancole metalliche infisse*

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.
L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.
Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.
Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola.
A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.
Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.
Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.
Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.
Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: **UNI EN 10248-1**, **UNI EN 10248-2**, **UNI EN 10249-1**, **UNI EN 10249-2**.

56.2.2. *Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato*

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.
Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm^2 e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.
Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.
L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo.
Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

56.3. *Paratie costruite in opera*

56.3.1. *Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati*

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.
Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.
Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

56.3.2. *Diaframmi in calcestruzzo armato*

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.
Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.
I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima

qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8 ÷ 16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.
Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.
Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.
Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.
I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della direzione dei lavori.
Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.
L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

56.3.3. Prove e verifiche sul diaframma
Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art. 57 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE DELLE TUBAZIONI

57.1. Movimentazione
La movimentazione dei tubi in cantiere sia in fase di carico che di scarico, dovrà essere adeguata alle caratteristiche ed alla lunghezza delle singole barre per evitare eventuali danneggiamenti, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti.
Si consiglia l’utilizzo di fasce o di funi che non vadano ad incidere le pareti del tubo e che sollevino il tubo in due (escludendo le estremità) o più punti della barra.
Dovrà essere assolutamente evitato:
– l’utilizzo di ganci che afferrino il tubo dall’interno;
– la possibilità di urto col terreno o altro per effetto di caduta;
– il traino delle barre a contatto del terreno o di corpi che ne ostacolino lo scorrimento;
– il sollevamento di forza della barra incastrata.
Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, si dovrà evitare tassativamente che i tubi siano fatti strisciare per terra o sulle sponde dei mezzi di trasporto sia in fase di carico che in fase di scarico, sollevandoli, invece, ed appoggiandoli accuratamente, utilizzando ganci e/o imbracature opportunamente rivestite di materiale morbido per evitare danneggiamenti alle estremità e/o ai rivestimenti. qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi.
Non si dovrà lasciare mai cadere i tubi, aprire le ribalte laterali per il carico e lo scarico.
Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che a rivestimenti.
Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato, per esempio con l’uso di cinghie. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.
Qualora i tubi provengano imballati, essi devono essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.
Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.
L’agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza o con cinghie di nylon o canapa; in ogni caso sarà vietato l’aggancio a mezzo cappio di funi metalliche.
I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature devono essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale caricatrici.
In ogni caso, qualora si verifichino danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa.
Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc.
Sarà cura del personale addetto accertarsi che nessuno sosti nella zona di pericolo.

57.2. Trasporto
Il mezzo di trasporto dovrà essere adatto al tipo di tubo trasportato. La superficie di carico dovrà essere libera da residui che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. A seconda del materiale con cui sono costituiti i tubi, questi

possono presentare la superficie liscia e scivolosa, pertanto al fine di prevenire lo scivolamento durante il trasporto assicurare gli stessi con una rete.
I tubi verranno disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si preferirà la disposizione parallela all'asse del veicolo.
Il carico deve essere assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e – in caso di necessità – mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si dovrà fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.
Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore si devono collocare sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.
Per evitare il danneggiamento delle estremità, a causa di vibrazione durante il trasporto, sarà opportuno supportare i tubi per tutta la loro lunghezza.

57.3. Accatastamento dei tubi in cantiere

L'accatastamento dei tubi in cantiere dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.
La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.
L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.
I tubi accatastati devono essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione devono, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.
Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è indispensabile curare che i tubi siano in equilibrio ben stabile e sistemati in modo tale che non possa entrare terra o acqua di scorrimento per precipitazioni atmosferiche.
È consigliabile che la permanenza dei tubi sul ciglio dello scavo sia ridotta al minimo indispensabile.
Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.
I tubi muniti di bicchiere devono essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aversi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.
I tubi in gres imballati devono essere accatastati negli imballi di fornitura.
Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

57.3.1. Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, devono essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.
In particolare, le guarnizioni in gomma devono essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20°C e non scenda sotto – 10°C.

57.3.2. Sfilamento dei tubi

I tubi devono essere sfilati lungo il tracciato seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.
Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.
Anche la stabilità della fossa di scavo non dovrà essere messa in pericolo dal materiale depositato; a tal fine, si deve lasciar libera una striscia di almeno 60 cm di larghezza lungo la fossa.

57.4. Particolari accorgimenti per la movimentazione di alcuni tipi di tubi

57.4.1. Tubi in acciaio

Il carico, il sollevamento e la deposizione dei tubi rivestiti con materia plastica avverrà con gru che utilizzano cinghie, eventualmente con interposizione di traverse. Per evitare distacchi del rivestimento di malta cementizia alle estremità dei tubi, questi ultimi potranno essere presi soltanto con ganci da gru gommati o rivestiti di materia plastica.
In caso di trasporto con ferrovia o con autocarro e nella tenuta in magazzino i tubi devono essere sostenuti, a seconda del diametro e della lunghezza delle barre, mediante tre o quattro traversine di legno di base e intermedie, della larghezza di circa 150 mm. Ogni strato dovrà essere assicurato da almeno tre cunei su ogni lato, per evitare il rotolamento dei tubi.
Per motivi di sicurezza il numero degli strati accatastati di tubazioni sarà limitato nel modo seguente:
– fino a DN 150 un massimo di 15 strati;
– fino a DN 300 compreso, un massimo di 10 strati;
– fino a DN 400 un massimo di 8 strati.

57.4.2. Tubi in ghisa

57.4.2.1. Impilamento dei tubi

I tubi potranno essere immagazzinati in pile aventi altezza massima di 2,50 m, o comunque l’altezza massima indicata dal produttore, in base al diametro nominale, lunghezza unitaria dei tubi e metodo di impilamento. I tubi devono essere immagazzinati per diametro in cataste omogenee.
Sarà cura dell’Appaltatore assicurarsi periodicamente dello stato dei carichi e della stabilità generale.

57.4.2.2. Pila continua, tubi tete-beche
Secondo questo metodo i tubi saranno poggiati, relativamente allo strato inferiore, su due assi parallele, distanti 1,00 m dal bicchiere e dall’estremità liscia, con i bicchieri che si toccano ma che non devono essere a contatto con il terreno. Si avrà cura di bloccare i tubi estremi, dalla parte del bicchiere e dell’estremità liscia, a mezzo di zeppe inchiodate sulle assi. I tubi intermedi saranno bloccati, dalla parte dell’estremità liscia, soltanto con delle zeppe più piccole.
Gli strati superiori saranno costituiti alternativamente da tubi piazzati téte-béche con gli strati inferiori, tutti i bicchieri dei tubi dello stesso strato deborderanno dalle estremità lisce dello strato inferiore di una lunghezza pari al bicchiere più 10 cm (per evitare la deformazione delle estremità lisce).

57.4.2.3. Pila continua, bicchieri dalla stessa parte
Con questo metodo il primo strato di tubi sarà appoggiato su due assi parallele, distanti 1,00 m dal bicchiere e dall’estremità liscia.
I tubi che formeranno gli strati superiori saranno allineati verticalmente, ogni strato sarà separato da intercalari di spessore leggermente superiore alla differenza dei diametri (canna-bicchiere). I tubi estremi di ogni strato saranno ancorati per mezzo di zeppe inchiodate sulle assi.

57.4.2.4. Immagazzinamento in quadrato
Con questo metodo il primo strato sarà appoggiato su due assi parallele a tete-beche, mentre i tubi degli strati successivi saranno disposti perpendicolarmente rispetto a quelli dello strato inferiore. I tubi estremi si troveranno automaticamente ancorati dai bicchieri alternati dello strato inferiore.

57.4.2.5. Immagazzinamento delle guarnizioni
Relativamente all’immagazzinamento delle guarnizioni, al fine di conservarne le qualità e l’efficacia, le norme **NF T 46-022** e **ISO 2230** *(Condizioni di immagazzinamento dei prodotti a base di elastomeri vulcanizzati)* precisano le raccomandazioni da seguire.
Per l’immagazzinamento delle guarnizioni in elastomero si devono adottare le seguenti precauzioni:
– la temperatura di immagazzinamento non dovrà superare i 25°C. Dovrà evitarsi di deformare le guarnizioni con basse temperature, per non comprometterne la flessibilità originaria. Qualora la temperatura fosse inferiore, prima della messa in opera, la si riporterà a circa 20°C per alcune ore, al fine di far riacquistare la flessibilità originaria alle guarnizioni;
– le guarnizioni dei giunti a base di elastomeri vulcanizzati devono essere immagazzinati in un ambiente con umidità media;
– le guarnizioni devono essere conservate al riparo dalla luce diretta del sole o artificiale in quanto gli elastomeri sono sensibili ai raggi ultravioletti ed all’azione dell’ozono;
– la durata dell’immagazzinamento dovrà essere tale da utilizzare le guarnizioni entro un tempo ragionevole, indicato dal produttore al momento della fornitura.

57.4.2.6. Ispezione e riparazione
All’arrivo in cantiere o all’apertura delle gabbie tutti i tubi ed i raccordi devono essere accuratamente ispezionati internamente ed esternamente.

57.4.3. Tubi in PVC e in PE
L’altezza massima della catasta non deve generalmente superare i 1,50 ÷ 2,00 m per evitare ai tubi deformazioni eccessive dovute al carico sovrastante.
Limitatamente ai tubi di diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità per evitare eccessive ovalizzazioni.

Art. 58 – ESECUZIONE DI ATTRAVERSAMENTI INTERRATI CON SISTEMA OLEODINAMICO (SPINGITUBO)

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare fiumi, torrenti, linee ferroviarie, strade ecc. e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere esistenti.
Sarà cura dell'Appaltatore a sua cura e spese predisporre il relativo progetto secondo le norme vigenti da parte degli enti proprietari dei sedimi da attraversare. Il tutto sarà presentato alla D.L. che avrà cura di inoltrarlo alla Stazione Appaltante per l'iter burocratico del rilascio della relativa concessione.
L'esecuzione sarà eseguita da fossa di spinta debitamente predisposta, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire.
La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser e comunque saranno accettati scostamenti in più o in meno non maggiori dello 0,2%.
Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24.11.1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.
Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

Art. 59 INFISSIONE SOTTERRANEA DI TUBAZIONI CON SISTEMA "PIPE JACKING" O “MICROTUNNELLING”.

La posa di tubazioni con la tecnica del “pipe jacking” o “microtunnelling” dovrà essere eseguita da impresa specializzata o comunque in possesso della tecnologia e dell’esperienza necessarie a realizzare la lavorazione a perfetta regola d’arte, e saranno comunque a carico dell’Appaltatore i seguenti oneri:

- Realizzazione della camera di spinta secondo i disegni di progetto, comprensiva di tutti gli oneri e le prescrizioni del presente C.S.A. per le relative lavorazioni (scavo, aggottamenti, strutture in c.a. ecc.);
- Verifica per accettazione dei calcoli statici di progetto forniti dalla Stazione Appaltante all’Appaltatore, il quale così facendo se ne assume la responsabilità;
- Posa in opera dei tubi, comprensiva anche dell’eventuale fornitura, della movimentazione degli stessi all’interno del cantiere, del loro calo nella camera di spinta e della loro perfetta giunzione (saldature, elementi di tenuta, ecc.);
- Realizzazione di eventuali camere di spinta intermedie, con le stesse modalità ed oneri della camera iniziale;
- La realizzazione della camera di arrivo della tubazione, con le caratteristiche già citate per le camere di spinta, comprensiva della finitura del tubo in arrivo (taglio, regolarizzazione, ecc.);
- L’allontanamento e lo smaltimento a discarica o a eventuale riutilizzo del materiale scavato, previa separazione dai fanghi bentonitici utilizzati nel procedimento di scavo e di allontanamento del materiale dalla testa fresante, detti fanghi dovranno essere riutilizzati o smaltiti in discariche autorizzate, i relativi oneri saranno a carico dell’Appaltatore;
- La formazione e la verifica continua delle livellette con idonea attrezzatura laser di precisione;
- L’eventuale scavo per il recupero della testata, la perdita o l’eventuale danneggiamento della stessa;

Art. 60 ESECUZIONE DI ATTRAVERSAMENTI MEDIANTE LA TECNICA DELLA TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA E TELEGUIDATA.

60.1. Caratteristiche della condotta

Acciaio Fe 510 per condotte senza saldatura.
I tubi dovranno avere estremità lisce atte alla saldatura di testa, con rivestimento esterno in polietilene DB triplo strato, secondo norme UNI 9099, ed interno con resina epossidica atossica con spessore minimo di 250 micron.
Esternamente le estremità lisce, a condotta costruita, verranno protette con manicotti termorestringenti e fascia sacrificale lo sguaino verrà sormontato per almeno 50 mm per parte.
I giunti saldati devono /essere controllati nella misura del l00% mediante radiografia circolari a raggi gamma ad opera di ditta specializzata approvata dalla D.L.
La condotta deve essere precollaudata idraulicamente con pressione di 16 atmosfere, secondo le indicazioni della D.L..
Il precollaudo deve essere eseguito fuori opera prima del rivestimento dei giunti, analogo collaudo sarà fatto a condotta posata.
La condotta dovrà comprendere tutta la tubazione, i pezzi speciali e quant'altro risulti necessario. Inoltre dovranno essere compresi, all'estremità della tratta, le curve di raccordo per il collegamento con la tubazione fognante realizzata in ghisa sferoidale. Sono altresì compresi nel prezzo di appalto i vari oneri derivanti dalla ricerca, individuazione, scoprimento, puntellamento ripristino e riparazione di cavi interrati tubazioni sottoservizi in genere, manufatti in cls, o acciaio, palancole o altro intercettati nella esecuzione dei lavori è compreso inoltre la protezione ed il puntellamento e l'eventuale riparazione di fabbricati manufatti o costruzioni in genere interessati dai lavori.
L'appaltatore dovrà inoltre provvedere a risarcire qualsiasi danno provocato a cose, merci o persone dall'esecuzione dei lavori di sua competenza. I lavori dovranno essere eseguiti come indicato negli elaborati grafici di progetto, nelle specifiche di capitolato speciale di appalto, capitolato generale delle opere pubbliche e dalla seguente descrizione dettagliata. Al fine della contabilità la misura della condotta sarà fatta in proiezione orizzontale e sarà conteggiata la distanza da foro di entrata a foro di uscita e comunque non oltre le misure riportate negli elaborati grafici.

60.2. Prescrizioni e controlli

L'appaltatore prima dell'inizio dei lavori dovrà fornire quanto segue:

a) eseguire le indagini geognostiche e geotecniche ed i rilievi topografici necessari per l'esecuzione del lavoro;
b) eseguire il rilievo di cavi interrati, tubazioni, sottoservizi in genere, manufatti in cls, o acciaio, palancole o altro intercettati nella esecuzione dei lavori e di fabbricati manufatti o costruzioni in genere interessati dai lavori, dovrà inoltre verificare con i competenti uffici, per gli impianti in genere i programmi di realizzazione futuri al fine di evitare ostacoli e impedimenti a future realizzazioni;
c) presentare una relazione che tratti almeno i seguenti punti:

- tipo e caratteristiche di:

- sonda direzionale;
- attrezzature di superficie;
- aste di trivellazione del foro pilota;
- wash-pipes;
- testa di trivellazione;
- fresa;
- giunto cardanico;

- modalità di:

- preparazione del sito ed installazione dell'impianto di trivellazione;

- trivellazione del foro pilota;
- prealesaggio e metodo di varo;
- programmi di calcolo per le operazioni di varo della condotta ed in particolare dovrà presentare all'approvazione della D.L.:
    1. un programma che determini tutti i parametri limite necessari per le varie e successive operazioni;
    2. un programma per la ricerca del percorso ottimale del foro pilota, tenendo conto dei diversi vincoli progettuali;
    3. un programma per verificare il comportamento della colonna di varo durante e varie fasi operative (angolo di entrata del foro, carichi sulle gru, sollecitazioni sul tubo ecc.);
    4. un programma per controllare il percorso dell'utensile di taglio durante la realizzazione del foro pilota;
    5. un programma per determinare i valori dello sforzo di tiro del Rig durante il varo della colonna;
    6. un programma per determinare le sollecitazioni nel tubo in fase di varo ed in fase di collaudo e la massima pressione ammissibile del fango bentonitico nel foro;
    7. procedure relative alle modalità di esecuzione della trivellazione orizzontale controllata e teleguidata;
    8. le schede tecniche delle attrezzature utilizzate per l'esecuzione della trivellatura orizzontale e teleguidata;
    9. gli interventi previsti in caso di avaria di qualche organo principale durante l'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata e teleguidata;
    10. indicazioni di progetto, dovranno rientrare entro le seguenti tolleranze:
        - lunghezza trivellata: ± 0,2% della lunghezza di progetto;
        - verticalmente: ± 2% della massima profondità;
        - planimetricamente non sono ammessi scostamenti planimetrici superiori a 0,5 m;
        - raggio curvatura: il raggio di curvatura non dovrà di norma essere, su tutto lo sviluppo della curva, inferiore a quello di progetto.

N.B.:Non saranno di norma tollerati scostamenti superiori a quelli sopra riportati salvo approvazione specifica della D.LL.
L'Appaltatore dovrà inoltre aver cura di:
- mettere in atto tutti gli accorgimenti onde evitare fuoriuscite in superficie del fango di perforazione;
- verificare prima dell'esecuzione del tiro della condotta, il profilo batimetrico del tubo guida (wash-pipe) mediante l'esecuzione di prove piezometriche da effettuarsi con sistema in automatico. Le misure dovranno essere rilevate ogni 5 m in andata ed ogni 10 m in ritorno. Tale profilo, restituito in forma grafica unitamente ai dati registrati in automatico di cui sopra, dovrà essere presentato per approvazione alla D.L. prima dell'esecuzione del tiro della condotta;
- controllare che i quantitativi di acqua di zavorra introdotti nella condotta per il controllo del galleggiamento, siano conformi a quelli previsti in progetto;
- evitare che vengano superati i valori di pressione operative dei fanghi previsti in progetto;
- evitare che durante la fase di tiro-posa vengano impiegati sforzi di tiro superiori a quelli di progetto;
- verificare in continuo, nel corso di tutte le fasi, i parametri fisici (densità e viscosità) del fango di perforazione ed il contenuto dei solidi del fango di ricircolo, onde tenere sotto controllo l'andamento della perforazione e la stabilità del foro;
- produrre per ciascuna fase operativa le registrazioni dei valori relativi alla pressione dei fanghi ed i dati relativi alla torsione e tiro esercitati dal rig per ogni asta.

60.3. Modalità esecutive

Prima della messa in opera della condotta l'appaltatore chiederà alla D.L. di eseguire il controllo dei materiali in opera al fine di stabilire la loro rispondenza con quanto riportato nei disegni di progetto e nelle Specifiche contrattuali. In particolare dovrà controllare i diametri, gli spessori, il tipo di materiale, il tipo di flange e quant'altro fornito in opera.
Le aree di lavoro e le eventuali strade di accesso alle stesse devono essere tenute in perfetto ordine e mantenute efficienti per tutta la durata dei lavori.

- Nei tratti in parallelismo con un metanodotto e/o oleodotto o altri sottoservizi in esercizio si dovrà prestare particolare cura nelle operazioni di trivellazione, comunque l'impresa appaltatrice dovrà procedere nel pieno rispetto delle norme vigenti e delle indicazioni della D.L.
- Dovranno essere pianificate tutte le precauzioni atte a garantire che i servizi attraversati ed interessati dai lavori non vengano danneggiati. L'impresa esecutrice risponderà in solido ad eventuali danni causati per imprecisioni o imprudenza nelle sopradescritte fasi di trivellazione e tiro-posa della condotta.

60.4. Dettaglio dei lavori

I lavori dovranno essere eseguiti in conformità agli elaborati progettuali e nel rispetto delle norme del capitolato e dovranno comunque comprendere quanto segue:

- taglio piante e cespugli di qualunque genere;
- apertura della pista di lavoro, controllo dell'asse picchettato e ricostruzione dello stesso nei tratti mancanti;
- eventuale sgombero del tracciato nell'attraversamento dei vigneti o culture similari a tendone sostenuti con strutture a fune ed il successivo ripristino;

- rimozione delle canalette di irrigazione, smontaggio di impianti di irrigazione a pioggia ad aspersione e simili e smontaggio di eventuali impianti di drenaggio interrati, nonché le relative opere provvisorie per assicurare la continuità di tutti i sistemi di irrigazione (ivi compresi i rotoloni mobili) e del drenaggio dei terreni;
- rimozione e successiva ricostruzione a regola d'arte e nel rispetto dello stato preesistente di qualsiasi manufatto, impianto o sottoservizi che possano risultare di ostacolo alla realizzazione dell'opera;
- l'affitto o comunque il reperimento di tutte le aree occorrenti per il cantiere e per. le lavorazioni provvisionali.
- fornitura e posa della condotta secondo i disegni di progetto, compresa la fornitura di tutto il materiale occorrente, attrezzatura per il varo, personale, materiale di consumo, bentonite, acqua, nolo aree per il cantiere e per il montaggio della condotta fuori terra, rulliere e quant'altro risulti occorrente;
- accoppiamento e saldatura delle tubazioni e delle curve sia della linea che degli attraversamenti; controlli radiografici delle saldature, ad eccezione solo dei giudizi complessivi sull'accettazione finale o meno delle stesse;
- prefabbricazione, posa e inserimento nella linea dei cavallotti;
- preparazione delle superfici da rivestire e rivestimento dei giunti saldati e delle curve grezze, rifacimento del rivestimento delle barre curvate previa asportazione del rivestimento esistente se danneggiato, rivestimento dei tratti di preesistenti strutture metalliche interrate rinvenute nello scavo e loro distanziamento isolante dalla condotta, controllo dell'integrità del rivestimento e riparazione dei difetti riscontrati, preparazione per l'interramento delle valvole e dei pezzi speciali in genere;
- applicazione di un secondo strato di rivestimento isolante su tubazioni e curve già rivestite (rinforzo di rivestimento);
- esecuzione degli scavi necessari per la realizzazione delle opere;
- installazione di tubi guaina, sia a cielo aperto che mediante trivella e/o spingitubo, messa in opera di collari distanziatori, di tappi di chiusura, ecc. ed esecuzione della prova di passaggio d'aria;
- risarcimento di qualsiasi danno provocato a cose, merci o persone dall'esecuzione dei lavori di sua competenza.
- esecuzione degli scavi, dei rinterri e dei ripristini per gli attraversamenti stradali e ferroviari;
- esecuzione degli scavi, dei rinterri e dei ripristini per gli attraversamenti dei corsi d'acqua e/o tratti particolari;
- esecuzione del rinterro e posa nello scavo di nastro di avvertimento;
- esecuzione dei collegamenti dei vari tronchi di condotta collaudata;
- svuotamento e pulizia della condotta, a collaudo ultimato, mediante passaggio di pigs ad aria fino a completa pulizia;
- esecuzione dei collegamenti dei vari tronchi di condotta collaudata;
- esecuzione dei collegamenti degli impianti alla linea;
- saldatura e posa dei punti di misura elettrica e/o di termosonde;
- posa in opera dei contenitori dei punti di misura elettrica e/o di termosonde, nonché di contenitori di apparecchiature varie per la protezione elettrica;
- posa in opera delle messe a terra dì protezione;
- posa in opera di particolari opere di protezione meccanica e/o elettrica, quali nastri antiroccia, guaine in PVC, fogli di politene, ecc. nonché installazione di impianti di protezione elettrica quali dispersori di corrente orizzontali, anodi galvanici, conduttori di collegamento e misura, elettrodi di riferimento, ecc;
- montaggio dei pezzi speciali e degli impianti;
- esecuzione di recinzioni per il contenimento degli impianti, comprese eventuali recinzioni provvisorie;
- esecuzione dei ripristini della pista di lavoro, nonché di tutti i luoghi interessati dai lavori;
- esecuzione di sistemazioni particolari in corrispondenza di attraversamenti di corsi d'acqua;
- esecuzione dei ripristini dei luoghi interessati dalla costruzione delle opere accessorie;
- esecuzione dei ripristini definitivi di strade;
- movimenti di terra connessi con la sistemazione dei terreni in punti particolari;
- trasporti a discariche autorizzate della bentonite, dei detriti e dei materiali non recuperabili ed eccedenti;
- costruzione di strade di accesso ai punti di intercettazione ed agli impianti;
- costruzione di accessi ai luoghi dei lavori non raggiungibili con la pista;
- prosciugamento degli scavi, anche con mezzi speciali tipo Well-Point;
- posa in opera di dispositivi di segnalazione (cartelli, ecc.), nonché cassette su piantana, chiusini, ecc.;
- predisposizione delle condotte ed impianti per gli inserimenti necessari per la stessa in esercizio ed esecuzione degli stessi;
- fornitura di materiali, prestazioni di mano d'opera, e noleggio di mezzi d'opera lavori non valutabili a misura e per eventuali trasporti richiesti dal Committente;
- fornitura e trasporto della bentonite e dell'acqua, separazione dei fanghi bentonitici necessari e loro impiego; recupero e trasporto a discariche autorizzate compresi i diritti di discarica dei fanghi bentonitici eccedenti;
- rimborso al Committente dei costi derivantigli nel caso di abbandono di un tratto di condotta per la mancata riuscita dell'attraversamento;
- la fornitura delle rulliere e di quanto altro risulti necessario per l'appoggio della tubazione nelle operazioni di varo della condotta, nonché il reperimento e l'eventuale nolo dell'area occorrente per tutte le operazioni di posa della condotta;
- un numero di escavatori e autogrù per tutto il tempo necessario per la preparazione del cantiere, la realizzazione delle buche di partenza e arrivo, il varo della tubazione, il suo sostegno lungo la catenaria di progetto;
- assistenza varia per tutto il tempo necessario alla completa realizzazione dell'opera;
- mezzi di trasporto necessari per il trasporto delle aste e accessori di alesatura al pozzetto d'usura;
- fornitura di acqua dolce;

- tutto quanto non specificatamente descritto ma necessario per l'esecuzione del lavoro a regola d'arte.

60.5. Ripristini

Alla conclusione dei lavori l'Appaltatore dovrà, come prescritto nei documenti contrattuali, provvedere allo sgombero delle aree di lavoro ed alla loro sistemazione e ripristino.
L'Appaltatore dovrà inoltre eseguire tutte le opere di sistemazione e di ripristino delle zone danneggiate in conseguenza dell'eventuale fuoriuscita del fango di perforazione, per qualunque causa o per qualsiasi punto questa si sia verificata.
Sarà infine cura dell'Appaltatore smaltire tutti i materiali di risulta dei lavori eseguiti. In particolare ottenere tutti i permessi e collocare in discariche autorizzate i fanghi di perforazione impiegati in tutte le fasi di lavoro.

60.6. Elaborati come costruito (AS-BUILT)

A fine lavoro l'Appaltatore dovrà redigere un rapporto finale comprensivo di:
a) disegno as-built dell'attraversamento comprendente:
- profilo planimetrico e longitudinale asse condotta, eseguito sulla base dei dati registrati in automatico durante l'esecuzione del foro pilota;
- profilo longitudinale asse condotta (eseguito sulla base dei dati registrati in automatico durante la fase della piezometrica).

In entrambi i casi dovrà essere riportato il profilo di progetto.
b) Tabulati dei dati relativi agli andamenti delle variazioni azimutali e di inclinazione registrati durante la fase di esecuzione del foro pilota;
c) Tabulati dei dati relativi al fango di perforazione, annotati o registrati in ogni fase della trivellazione, riferiti a:
- entità dei solidi contenuti nel fango di ricircolo;
- quantitativo di bentonite impiegata;
- pressioni operative del fango registrate al rig.

d) Schede tecniche relative a:
- caratteristiche del fango di perforazione e dei suoi componenti;
- caratteristiche degli additivi utilizzati.

e) Tabulati dei dati relativi all'esecuzione del foro pilota, alesaggi e tiro-posa:
- velocità di avanzamento;
- sforzo di tiro;
- sforzo di torsione;
- portata del fango.

Art. 61 – SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

61.1. Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.
La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.
In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.
L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.
Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte od ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.
In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.
Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.
Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.
Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

61.2. Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà

ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.
Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'elenco.
Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

61.3. Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, deve assolutamente evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili anche lievi assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo fasciando quest’ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.
Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall’elasticità dei giunti più prossimi.

61.4. Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).
Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.
I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.
Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.
Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

61.5. Interferenze con corsi d'acqua

L'appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sue cure e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla direzione dei lavori, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua intersecati o interferenti con i lavori. A tal fine devono, se del caso, essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.
Non appena realizzate le opere, l'appaltatore dovrà, sempre a sue cure e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua, eliminando i canali provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.
L'appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la stazione appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere.

61.6. Realizzazione della fossa

61.6.1. Accorgimenti

L'impresa dovrà eseguire lo scavo con mezzi idonei, avendo la massima cura di:
– rispettare scrupolosamente le quote di progetto esecutivo indicate nei profili longitudinali;
– impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo e danneggiamenti alla tubazione eventualmente posata;
– eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
– provvedere nel modo migliore, alla raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
– accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati, avendo però anche cura di non ostacolare l'eventuale traffico di superficie.
– durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi dovrà premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.
Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità del

terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente per permettere una sistemazione corretta del fondo ed un agevole collegamento dei diversi elementi della tubazione.

61.6.2. Opere provvisionali

Le pareti delle fosse devono essere armate in modo compatto, senza lacune, con armatura orizzontale o verticale, realizzata mediante tecniche corrette rispettando le indicazioni specifiche della direzione dei lavori e le norme antinfortunistiche. A giudizio della direzione dei lavori, potrà essere evitata unicamente l'armatura di fosse poco profonde, purché scavate in suoli naturali compatti ed all'esterno di strade che rimangono aperte al traffico.
Le eventuali tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm sopra la superficie stradale (art. 13 del D.P.R. n. 164/1956). Se le armature dello scavo o i bicchieri e le diramazioni dei condotti sporgono in modo tale da ostacolare i lavori, si deve provvedere ad allargare localmente lo spazio di lavoro. In particolare, fino alla profondità di 4,00 m, si adotterà di norma l'armatura con tavole orizzontali aventi lunghezza minima di 4,00 m e spessore minimo di 5 cm, purché il terreno sia sufficientemente resistente.
Gli spazi cavi tra l'armatura e le pareti dello scavo devono essere riempiti con materiali granulari fini (sabbia-ghiaietto), per assicurare un appoggio ineccepibile.
Le tavole verranno fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbatacchi trasversali contro le pareti dello scavo. Con fosse più profonde di 4,00 m e comunque con terreni poco stabili, verrà adottata di norma l'armatura verticale, con tavole o palancole conficcate ad almeno 30 cm sotto il fondo della fossa, collegate da traverse orizzontali e compresse mediante sbatacchi trasversali contro le pareti dello scavo. Ovvero, a giudizio della direzione dei lavori, verrà adottato un sistema misto, con armatura orizzontale nella parte superiore e verticale nella parte inferiore dello scavo.
Nell’esecuzione degli scavi in trincea, l'appaltatore – senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso – dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal direttore dei lavori. Pure senza speciale compenso – bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'elenco stabilisce in funzione delle varie profondità – l'appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile. La suola della fossa deve essere realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l'originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento. Se il condotto viene posato direttamente sulla suola e rincalzato, dovrà prestarsi attenzione che la suola non abbia una compattezza superiore a quella del rincalzo.
Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante, dovrà essere temporaneamente difeso dall'imbibizione, che provocherebbe rammollimento. Lo strato protettivo dovrà essere allontanato immediatamente prima di costruire la canalizzazione.

61.6.3. Aggottamenti

Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all'asciutto. Pertanto, in caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive, ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggottamento o abbassamento della falda.
Va tuttavia precisato che, poiché gli scavi devono di norma essere eseguiti da valle verso monte, per consentire lo smaltimento a deflusso naturale delle acque entrate nella fossa, quando tale smaltimento, data la natura del suolo, sia possibile senza ristagni, l'appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggottamenti. Parimenti, quando l'appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali nelle fosse di scavo, l'aggottamento in caso di ristagno sarà a totale suo carico.
La posa in opera di condotte in presenza d’acqua di falda richiede che si proceda, nel tratto interessato dal lavoro, all’abbassamento del livello al di sotto del fondo dello scavo stesso con un sistema di drenaggio.
Quando la canalizzazione sia interessata da forti oscillazioni del livello freatico, i lavori devono di norma essere concentrati nella stagione in cui la falda freatica che attraversa la fossa ha il livello minimo, eccettuati diversi ordini scritti della direzione dei lavori.
Il sistema delle opere di aggottamento o di abbassamento artificiale della falda freatica dovrà essere scelto dall'appaltatore in funzione delle caratteristiche di permeabilità del suolo e del livello della falda freatica, mettendo a disposizione i mezzi occorrenti. Tuttavia la direzione dei lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, la località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento. L'impresa è obbligata a adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.
Sono a carico dell'impresa, oltre alle necessarie analisi delle caratteristiche di permeabilità del suolo e prospezioni per determinare il livello della falda freatica – da effettuare prima dell'inizio dei lavori – le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio – da un punto all'altro dei lavori – dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con i compensi stabiliti dall'elenco per i noli delle pompe: il noleggio, la posa, e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico, nei limiti tuttavia d'un percorso totale di 30,00 m. Tali compensi saranno commisurati alle ore di effettivo lavoro, con deduzione delle interruzioni, qualunque ne sia la causa; essi si intendono invariabili, anche per prestazioni in ore notturne e festive.
Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggottamento, l'impresa – a richiesta della direzione dei lavori e senza alcun particolare compenso oltre quelli stabiliti dall'elenco prezzi – dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate, allo scopo di abbreviare al massimo i tempi

di funzionamento degli impianti.
L'impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggottamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.
In tutti i lavori di aggottamento, si deve prestare attenzione a non asportare con l'acqua pompata particelle di terra, per non compromettere la resistenza del suolo. In ogni caso, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sue cure e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.
In caso di necessità l'appaltatore dovrà ricorrere a sistemi di impermeabilizzazione.

61.6.4. Materiali di risulta
Senza che ciò dia diritto a pretendere maggiorazioni sui prezzi d'elenco, i materiali scavati che, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, devono essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.
In particolare, l'appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con l'autorità stradale competente, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare per il successivo ripristino della massicciata stradale.
Di norma, i materiali scavati che risultino idonei per il rinterro devono essere depositati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.
Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpa naturale. In generale devono essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'appaltatore.
Tra lo spigolo superiore della fossa ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente, come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali.
Nel deposito dei materiali di risulta, si deve prestare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti d'ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.
Nel caso in cui i cumuli dei materiali di risulta siano adiacenti ad alberature stradali, i tronchi degli alberi devono essere protetti con tavole di legno.
Di norma, i materiali occorrenti per la canalizzazione ed i materiali da riutilizzare per la massicciata stradale devono essere accatastati sul lato della fossa opposto a quello ove vengono realizzati i cumuli per il rinterro, avendo cura di mantenere libera una striscia sufficiente per il trasporto dei materiali lungo la fossa.
I materiali di risulta esuberanti e quelli non adatti al rinterro devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a discarica senza deposito intermedio. Qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego devono essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio, prescritto o comunque accettato dalla direzione dei lavori, ovvero al rinterro dei tronchi di canalizzazione già ultimati.

61.6.5. Tipologie di scavi
In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:
a) Trincea stretta. È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.
b) Trincea larga. Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.
c) Terrapieno (posizione positiva). La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo ed il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.
d) Terrapieno (posizione negativa). La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e trincea larga.
La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a $(D + 0{,}40 \cdot D)$ m.

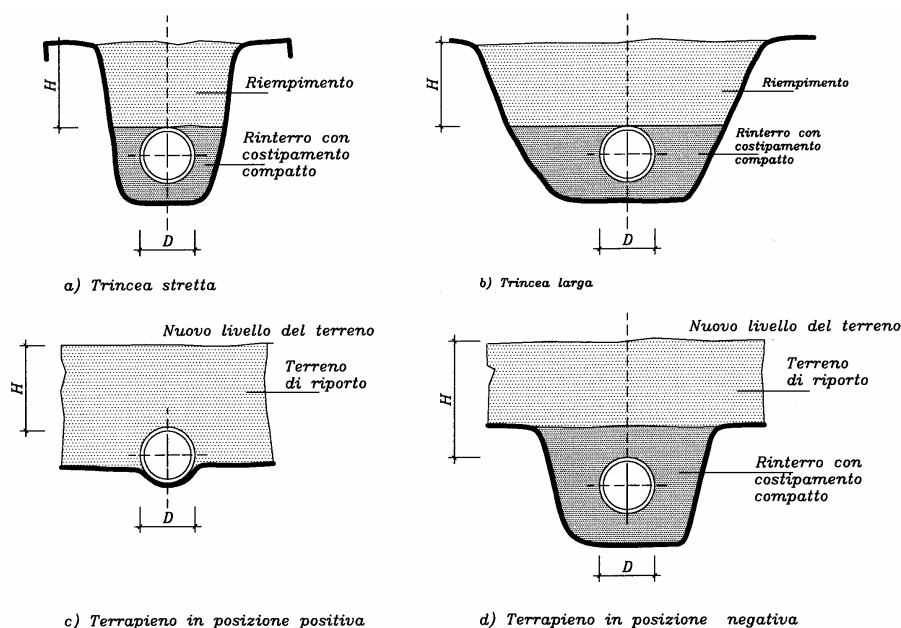



Figura 28.1. – *Tipologie di trincee*

61.7. Particolari accorgimenti per lo scavo di trincee per alcuni tipi di tubi

61.7.1. Tubi di ghisa

La larghezza della trincea dovrà essere sufficiente a permettere di installare agevolmente le tubazioni, di effettuare le giunzioni ed i rinterri in modo appropriato.
Si raccomanda una larghezza della trincea fra le palancole (ove presenti) pari al diametro esterno del tubo, con dei franchi in larghezza ai lati del tubo di:
– 30 cm per i tubi aventi DN < 600;
– 40 cm per i tubi aventi DN > 600.
La presenza delle palancole sarà obbligatoria in scavi stretti a partire da una profondità di 1,30 m, quando la larghezza è pari o inferiore ai 2/3 della profondità.

61.7.2. Tubi in PVC

La profondità della trincea sarà determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. La profondità, in generale, dovrà essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

$$H \geq 1{,}0 \text{ m e } \geq 1{,}5 \text{ D}$$

Per tubi sotto traffico stradale o sotto terrapieno.
Negli altri casi sarà:

$$H \geq 0{,}5 \text{ m e } \geq 1{,}5 \text{ D}$$

Non possono essere comunque usati tubi del tipo **UNI EN 1401 SN2 SDR 51** per H ≤ 0,8 m.
La larghezza minima del fondo sarà di norma:

$$B = D + 0{,}5 \text{ m (per D} \leq 400 \text{ mm) e } B = 2 \text{ D (per D} \geq 500 \text{ mm)}$$

Tale larghezza sarà determinata dalla profondità di posa e dal diametro della tubazione, dovendo essere tale da consentire la sistemazione del fondo, la congiunzione dei tubi e naturalmente l’agibilità del personale. In ogni caso la trincea sarà tanto più efficiente quanto minore sarà la sua larghezza.

Tabella 28.1. – **Classificazione degli scavi**

Tipo di trincea	**B**	
Trincea stretta	≤ 3 D	< H/2
Trincea larga	> 3 D < 10 D	< H/2
Trincea infinita	≥ 10 D	≥ H/2

dove
D diametro esterno del tubo
B larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo

H altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo.

61.7.3. Tubi in PE
61.7.3.1. Fognature
Per larghezza B di una trincea si intende quella misurata al livello della generatrice inferiore del tubo posato, sia per scavo a pareti verticali che per scavo a pareti inclinate. Per altezza del riempimento H si intende quella misurata tra la generatrice superiore della tubazione posata ed il piano di campagna. La larghezza minima da assegnare ad una trincea è quella determinata dal valore del diametro D della tubazione aumentato di 20 cm da ciascun lato della tubazione stessa.

$$B = D + 40 \text{ cm}$$

Quando la larghezza della trincea è grande rispetto all'altezza di ricoprimento e precisamente quando:

$$B \geq H/2$$

o anche

$$B \geq 10\,D$$

la tubazione viene a trovarsi nella condizione detta «sotto terrapieno», condizioni in cui essa è assoggettata ad un carico addizionale rispetto a quello che sopporterebbe se fosse nella condizione in trincea.
L'altezza massima del ricoprimento deve essere di 6,00 m per tubazioni posate in trincea e di 4,00 m per tubazioni posate sotto terrapieno.
Quando le condizioni di posa non corrispondono a quelle che sono state previste per i tubi della classe base, possono essere usati, previa verifica statica, tubi di spessore diverso.

61.7.3.2. Acquedotti
Lo scavo deve essere realizzato a sezione obbligata.
La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che deve contenere.
La profondità minima di interramento deve essere di 1 m misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo.
Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Art. 62 – LETTO DI POSA

62.1. Appoggio su suoli naturali
Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.
Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.
La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.
Potrà essere altresì prescritto il rincalzo della conduttura, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.
In alternativa, la condtuttura potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e rincalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.
Come materiale per il rincalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia>15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.
Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma peraltro questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

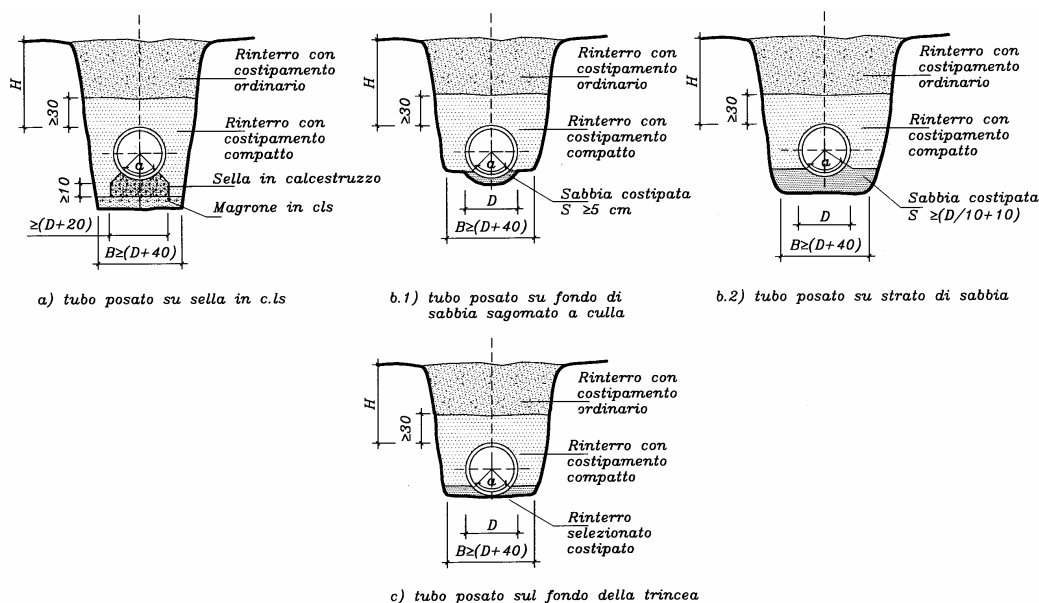



Figura 29.1. – *Esempi di letti di posa*

62.2. Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti od a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.
Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.
Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a 100 mm + 1/10 D. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a 100 mm + 1/5 D, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

62.3. Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.
Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a 50 mm + 1/10 D in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.
Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a 100 mm + 1/10 D in mm.
In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

62.4. Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.
Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.
Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di D/10 + 10 cm (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.
Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezione non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella.

Tabella 29.1. – Tubazioni interrate – Dimensioni minime del massetto di posa

Parametri	Diametro esterno del tubo (cm)												
	15	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
Altezza platea (h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco (H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto (L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma **UNI 7517** indica le diverse modalità di posa, i coefficienti di posa K da adottare in funzioni dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfianco e del tipo di trincea. Il carico di rottura in trincea Qr risulterà dal prodotto del carico di rottura per schiacciamento Q (ottenuto in laboratorio) per il coefficiente di posa *K Qr =Kx Q.*

62.5. Modalità esecutive per la posa in opera

62.5.1. Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.
Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.
Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.
Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

62.5.2. Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato ed avere delle nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.
Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio ed incasso del giunto.

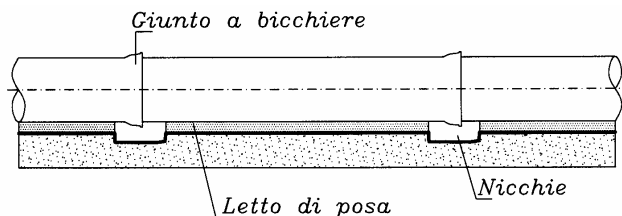



Figura 29.2. – *Letto di posa: nicchie in corrispondenza dei giunti*

62.5.3. Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati; trattamenti speciali del fondo della trincea; o se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

62.5.4. Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

62.5.5. Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.
Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna
Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse della terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

62.5.6. Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di

spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.
Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.
La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rincalzo.
La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore (0,10 + D/10) m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.
Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.
Per tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato rincalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.
Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.
Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.
Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in moda da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.
Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto in modo da ottenere l’indice Proctor prescritto.

62.5.7. Modalità di posa in opera
La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.
I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.
In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.
Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.
Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.
I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l’alloggiamento dei giunti.

62.5.7.1. Posa in opera di condotte di grosso diametro
La posa in opera delle condotte di grande diametro (maggiori di 1,00 m) specie per le condotte in conglomerato cementizio, deve essere eseguita su sella realizzata in conglomerato cementizio.
Lo spessore minimo della sella, in corrispondenza della generatrice inferiore della condotta, deve essere maggiore o uguale a 0,25 D, con un minimo di 10 cm; la base d’appoggio della sella sul fondo non dovrà essere inferiore a (D + 0,20 D) m.
La sella dovrà essere continua eventualmente con sezione ridotta in corrispondenza dei giunti a bicchiere per permettere l’accoppiamento.

62.5.7.2. Sicurezza statica della canalizzazione
La posa in opera di una condotta assume notevole importanza per la sicurezza statica della canalizzazione, dovendo assicurare una ripartizione uniforme dei carichi ed efficienza nel tempo.
Particolare cura si porrà pertanto nella posa dei condotti, in particolare devono essere posati in modo tale da assicurare:
– una distribuzione dei carichi trasmessi dalla condotta al terreno che non dia luogo a tensioni concentrate su di essa;
– un rinfianco laterale che limiti, specie per le condotte elastiche, le deformazioni della condotta (ovalizzazione) le quali, oltre ad incrementare le tensioni, potrebbero creare problemi di tenuta dei giunti;
– una sufficiente ripartizione dei carichi esterni, specie di quelli accidentali;
- la possibilità di eseguire correttamente i giunti e di poterne controllare il comportamento in fase di collaudo (prima del rinterro).

62.5.7.3. Impiego di personale specializzato
L’impresa incaricata della saldatura e posa in opera delle tubazioni, dovrà avvalersi di personale specializzato e richiedere l’assistenza tecnica per il montaggio e il controllo delle saldature in cantiere alla ditta fornitrice.

62.5.7.4. Sollevamento dei tubi
Per il sollevamento e la posa dei tubi nella trincea, su rilevato o su appoggi, devono adottarsi gli stessi criteri usati per le operazioni di movimentazione degli stessi, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitarne il deterioramento ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Dopo essersi bene assicurati dell'integrità del materiale e dell'approntamento del fondo dello scavo i tubi potranno essere calati nella trincea.

62.5.7.5. Chiusura delle testate libere della condotta
Le testate dei tratti di condotta che per qualsiasi motivo dovessero rimanere libere in aspettativa, devono sempre essere chiuse con tappi provvisori di legno o altro materiale idoneo ad evitare l'ingresso di corpi estranei (animali o altri materiali) nelle tubazioni, che possono danneggiare l'efficienza della condotta.

62.5.7.6. Indicazioni tecniche fornite dall'appaltatore
L'impresa appaltatrice dovrà:
– produrrà le schede tecniche dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, le giunzioni, i pezzi speciali, le flange ed altro;
– indicare la ditta fornitrice delle tubazioni, giunti, pezzi speciali, ecc. la quale dovrà dare libero accesso nella propria azienda, agli incaricati della stazione appaltante affinché questi possano procedere alle verifiche sulla rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.

62.6. Particolari requisiti del letto di posa per alcuni tipi di tubi
62.6.1. Tubi in PE
Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle inferiori a 0,80 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione e, naturalmente, accuratamente livellato.
È essenziale che il letto non sia molto rigido e che offra al tubo il sostegno buono e uniformemente distribuito.

62.7. Protezione esterna delle tubazioni
La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio della stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvedere al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.
Le tubazioni interrate, se in acciaio, saranno protette come indicato all'art. 34, se in ghisa così come indicato all'art. 33, del presente capitolato speciale

Art. 63 – MODALITÀ DI POSA IN OPERA DEI VARI TIPI DI TUBI

63.1. Criteri di esecuzione delle giunzioni delle tubazioni
L'appaltatore verificati allineamento e pendenza dei tubi alle prescrizioni del progetto esecutivo, procederà alla loro giunzione.
Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.
Le giunzioni devono essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.
La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.
Le tubazioni collegate mediante sistema di giunzione elastico devono essere in grado di garantire una omogenea velocità di scorrimento, la perfetta tenuta idraulica con pressioni esterne ed interne pari ad almeno 0,5 bar oltre a sopportare, con adeguato margine di sicurezza, tutti i carichi esterni (carico stradale, terra, falda, ecc.) e ad essere pienamente conforme alle disposizioni legislative, in particolare al D.M. 12 dicembre 1985.
Le giunzioni non devono dar luogo a perdite d'alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino al collaudo.
Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni restando a suo carico ogni ripristino o danneggiamento conseguente. A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti, devono, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.
A tal fine, per l'esecuzione delle giunzioni, l'appaltatore dovrà assicurare l'assistenza del fornitore, con riserva, per la direzione dei lavori, di chiedere che l'esecuzione sia direttamente affidata ad operai specializzati indicati dal fornitore stesso.

63.2. Tubazioni in ghisa
I tubi in ghisa devono essere calati nello scavo utilizzano appositi ganci di posa, braghe protette o cinghie.
La posa in opera potrà essere eseguita nei seguenti modi:
a) posa semplificata, dove il fondo dello scavo è livellato, la base d'appoggio ed il rinterro di protezione eseguito con materiali privi di pietre, leggermente costipati con un arco d'appoggio pari a 60°;
b) posa standard, dove il letto di posa ed il rinterro sono eseguiti con sabbia, ghiaia, o altro materiale idoneo, privi di pietre, compattati fino alla sommità del tubo, con un arco di appoggio pari a 90°;
c) posa accurata, con letto di posa con sabbia e ghiaia, esecuzione della base di appoggio e del rinterro per costipazione successiva degli strati simmetricamente poi uniformemente fino a 10 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo, con un arco di appoggio di 120°.
Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, deve essere realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le

parti della condotta, al fine di non provocare deviazione del piano o di livello della condotta.

63.2.1. Taglio dei tubi

I tubi in ghisa sferoidale potranno essere tagliati in cantiere con adeguate apparecchiature (tranciatrice a mola-disco, taglia tubi a rotelle, ecc.) indicate dal produttore e dopo il parere favorevole della direzione dei lavori.
Prima di procedere al taglio del tubo sarà necessario misurare con un compasso per spessori il diametro esterno sul filo del taglio, al fine di verificarne la compatibilità con le dimensioni del bicchiere o della controflangia previsti.
Il piano del taglio dovrà essere tracciato perpendicolarmente all’asse del tubo.
Dopo l’esecuzione del taglio e prima dell’assemblaggio, bisognerà rimuovere:
– per i giunti meccanici, le sbavature del taglio, mediante una lima o una mola, ripristinare il cianfrino;
– le sbavature per i giunti automatici, al fine di evitare eventuali rotture delle guarnizioni al momento dell’assemblaggio.
Si dovrà ripristinare il rivestimento di protezione sulla parte di tubo danneggiato dalle operazioni di taglio.

63.2.2. Pose speciali

63.2.2.1. Posa in pendenza. Blocchi d’ancoraggio

Considerato che al disopra di una certa pendenza, gli attriti fra la condotta ed i terreni sono insufficienti a sostenere la condotta, si ricorrerà all’utilizzo di blocchi di ancoraggio o di giunti antisfilamento, secondo quanto indicato nel progetto esecutivo.
Per pendenze superiori al 20% per condotte aeree ed al 25% per condotte interrate la posa di una condotta in ghisa sferoidale potrà eseguirsi in due modi mediante:
a) ancoraggio per ogni tubo
L’ancoraggio tubo per tubo, adoperato per la posa aerea, consiste nel costruire un blocco di ancoraggio in calcestruzzo armato dietro ad ogni bicchiere del tubo. I bicchieri devono posizionati essere verso monte, per favorire l’appoggio sui blocchi, lasciando un gioco di 10 mm fra l’estremità liscia ed il fondo del bicchiere al fine di assorbire le dilatazioni.
Il blocco d’ancoraggio può essere realizzato con calcestruzzo gettato direttamente sul terreno di fondazione del blocco. Le caratteristiche costruttive devono consentire l’ispezione dei giunti durante la fase di collaudo idraulico;
b) ancoraggio mediante un tratto antisfilamento
L’ancoraggio per mezzo di un tratto antisfilamento, deve impiegarsi per la posa in pendenza di condotte interrate, è consiste nell’ancorare un tratto di condotta antisfilamento, o mediante un blocco di ancoraggio posto in testa al tratto dietro il bicchiere del primo tubo a monte, o per un tratto antisfilamento supplementare installato nella parte piana dietro la curva altimetrica.
La massima lunghezza del tratto antisfilamento sarà definita in funzione della massima resistenza del giunto antisfilamento. È obbligatorio effettuare la posa della tubazione procedendo dal punto più elevato, in modo che i giunti antisfilamento si posizionino da soli in estensione;
c) condotte in pressione
I blocchi d’ancoraggio devono reagire alla spinta idraulica delle condotte in pressione, realizzata con giunti a bicchiere: soprattutto per contrastare le spinte in corrispondenza dei punti di cambiamento di direzione della linea.

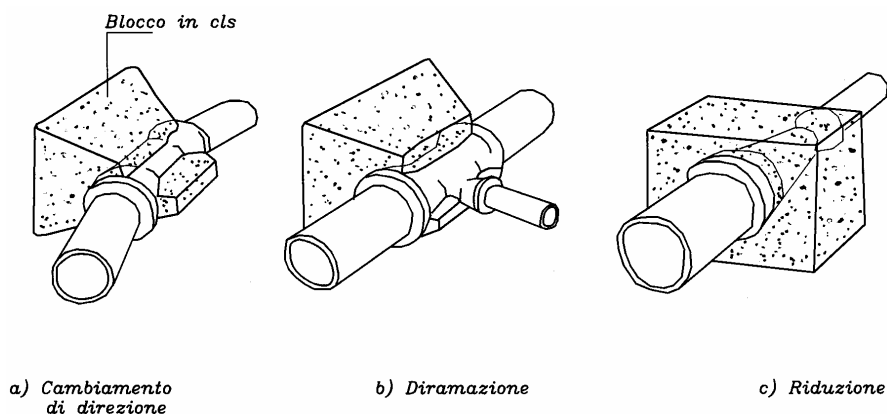



Figura 30.1. – *Tipologie di blocchi d’ancoraggio*

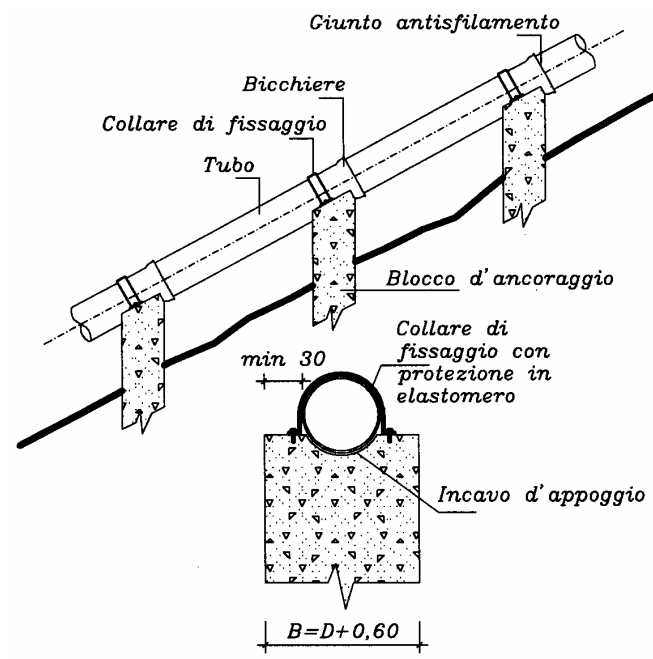



Figura 30.2. – *Posa in pendenza*

63.2.2.2. Passaggio di ponti e canali
Il passaggio di ponti può essere effettuato con la condotta fissata all'opera o con la condotta indipendente.
Il ponte deve essere in grado di sostenere le condotte e consentire il fissaggio degli ancoraggi soggetti a spinte idrauliche. Si dovrà tenere conto dell'assorbimento delle dilatazioni termiche del ponte e della condotta e, se necessario, della protezione antigelo.
I metodi di supporto possono essere realizzati prevedendo:
– un supporto per ogni tubo
– un supporto dietro al bicchiere
– un incavo di appoggio (α = 120°)
– un collare di fissaggio
– una protezione in gomma. sotto il collare per prevenire eventuale foratura e la deformazione della guaina in polietilene.
I supporti devono mantenere la condotta perfettamente allineata. Nei casi di tubi con rivestimento in polietilene nel dimensionamento dei collari si deve tenere conto del diametro esterno.

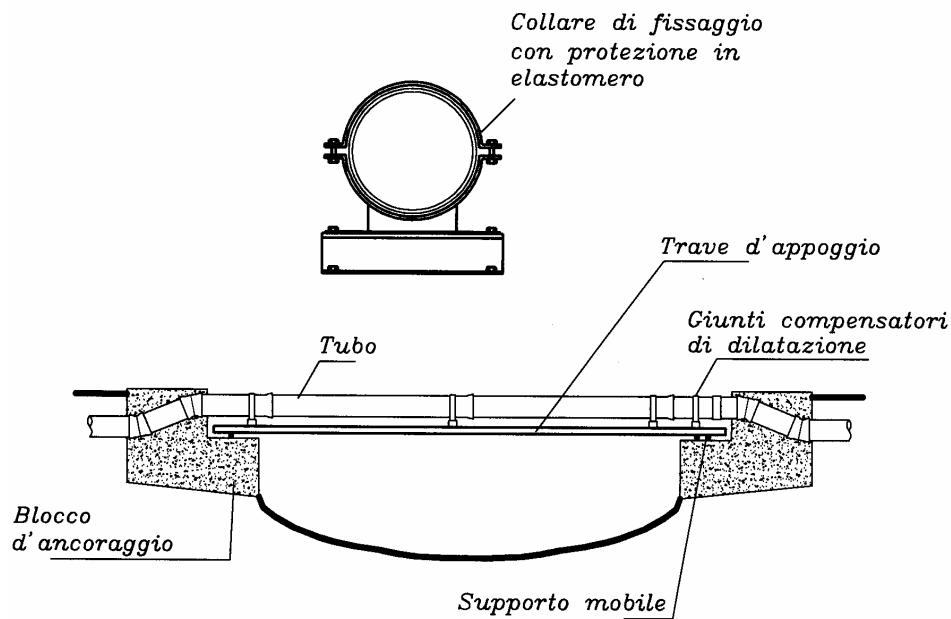



Figura 30.3. – *Attraversamento di ponte in muratura*

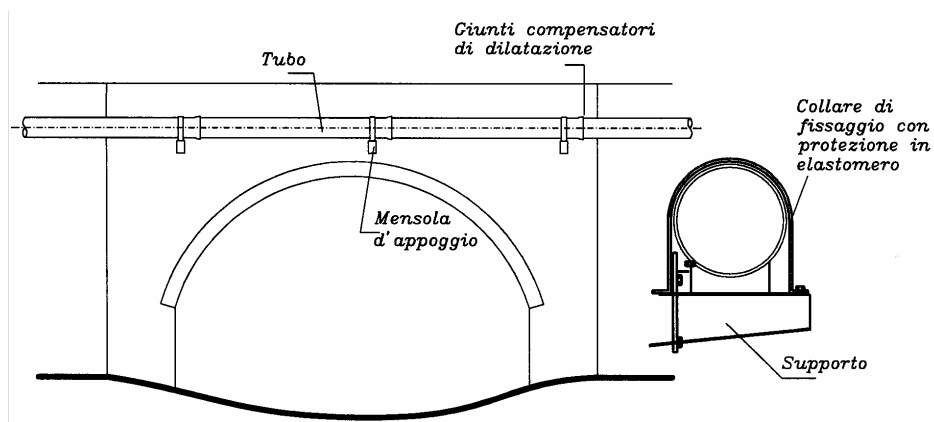



Figura 30.4. – *Attraversamento di ponte in muratura*

63.2.2.3. Posa aerea
Per la realizzazione di condotte aeree si devono valutare il sistema di supporto, l’assorbimento delle dilatazioni termiche e i sistemi di ancoraggio degli elementi soggetti alle spinte idrauliche.
Il sistema di supporto per ogni tubo, dietro al bicchiere, dovrà prevedere:
– un incavo d’appoggio con angolo di almeno 120°
– un collare di fissaggio dotato di una protezione in elastomero per compensare le dilatazioni della lunghezza del tubo.
I collari devono essere sufficientemente serrati.

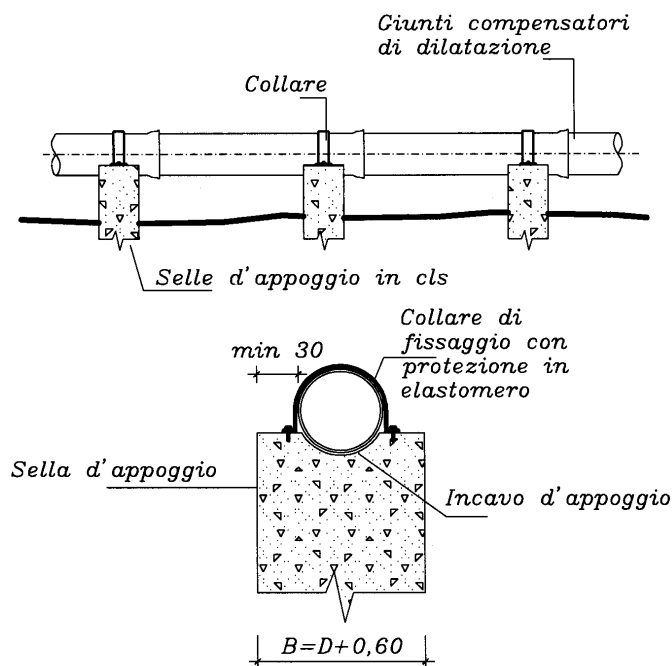



Figura 30.5. – *Posa aerea*

63.2.2.4. Posa in immersione
Per le problematiche di posa in opera si rimanda a quanto specificato al paragrafo 55.8.6.2.

63.2.3. Giunzioni tubi in ghisa
63.2.3.1. Classificazione delle giunzioni
Si distinguono due tipi di giunto: meccanico e automatico.
Nei giunti meccanici la guarnizione è compressa assialmente per mezzo di una controflangia; la forza assiale è data dai bulloni da montare e serrare in cantiere. Il grado di compressione dell'elastomero dipende da quanto si serrano i bulloni.
Nei giunti automatici la guarnizione in elastomero è situata in un alloggiamento all'interno del bicchiere e subisce una compressione radiale quando l'estremità liscia penetra nel bicchiere. Il grado di compressione dell'elastomero dipende unicamente dalle caratteristiche geometriche dei tubi e della guarnizione.
I giunti devono essere conformi alle norme **UNI EN 545** e **UNI EN 598**.
I giunti con guarnizione in elastomero conferiscono alle tubazioni in ghisa sferoidale una flessibilità tale da costituire un elemento di sicurezza nel caso di attraversamento.

63.2.3.2. Montaggio dei giunti automatici
L'assemblaggio dei giunti è realizzato mediante la semplice introduzione a forza dell'estremità liscia del tubo nel bicchiere.
Il bicchiere dovrà presentare un adatto profilo all'interno del bicchiere, sulla canna del tubo imboccato, così da permettere anche le deviazioni angolari del tubo consentite dalla guarnizione.
Preliminarmente occorre pulire accuratamente l'interno del bicchiere e l'estremità liscia del tubo, con particolare riguardo all'alloggiamento della guarnizione, eliminando ogni deposito di terra, sabbia, ecc.
Pulire anche la guarnizione.
Verificare la presenza del cianfrino e la buona condizione dell'estremità liscia del tubo.
In caso di taglio, ripristinare obbligatoriamente il cianfrino.
Il posizionamento della guarnizione verrà eseguito fuori dallo scavo.
Verificato lo stato della guarnizione, posizionarla nel suo alloggiamento e verificare che sia posizionata correttamente e sia aderente su tutta la sua circonferenza.
Spalmare di pasta lubrificante, con pennello ed in ragionevole quantità, la parte sporgente della guarnizione, il cianfrino e l'estremità liscia del tubo. La pasta lubrificante sarà fornita a corredo dei tubi dalla ditta produttrice.
L'applicazione del lubrificante dovrà essere effettuata all'atto del montaggio e non troppo in anticipo, onde evitare che, nell'attesa, vengano ad aderire al lubrificante polveri o corpi estranei e che esso possa indurire perdendo la sua efficacia.
L'imbocco dei tubi avverrà utilizzando: una leva che poggia sul terreno, proteggendo il fronte del bicchiere del tubo con un pezzo di legno duro oppure utilizzando la forza idraulica del braccio e della tazza di una pala meccanica, interponendo un cuneo di legno fra la tazza della pala ed il tubo ed esercitando una pressione lenta e progressiva.
L'assemblaggio dei giunti è consentito anche con l'uso di argani meccanici o a martinetti idraulici, questa soluzione permette una migliore ripartizione dello sforzo d'imbocco ed un avanzamento bene in linea del tubo da imboccare.
La profondità d'imbocco dovrà essere pari alla profondità del bicchiere diminuita di 10 mm e questo onde consentire le deviazioni angolari consentite dal giunto.

63.2.3.3. Montaggio dei giunti meccanici

L'assemblaggio del giunto meccanico si realizzerà mediante l'introduzione dell'estremità liscia in un bicchiere e successivamente mediante la compressione della guarnizione per mezzo di una controflangia fissata con bulloni.
Per l'accettazione delle guarnizioni la ditta produttrice dovrà rilasciare all'amministrazione appaltante apposito certificato di garanzia, convalidato da prove di laboratorio.
Preliminarmente occorrerà pulire accuratamente l'interno del bicchiere e l'estremità liscia del tubo.
Si dovrà prestare particolare attenzione alla pulizia della guarnizione del giunto eliminando ogni deposito di terra, sabbia, ecc.
Si dovrà verificare la buona condizione dell'estremità liscia.
Si infilerà la controflangia sull'estremità liscia, poi la guarnizione del giunto con la punta voltata in direzione dell'estremità liscia.
Si introdurrà l'estremità liscia a fondo nel bicchiere, verificando l'allineamento dei pezzi da assemblare, per poi ritirarla di circa 1 cm.
La guarnizione si dovrà far scorrere sulla canna, bloccarla nel suo alloggiamento e portare la controflangia al suo contatto. Posizionare i bulloni e avvitare i dadi fino al contatto della controflangia.
Verificata la posizione della controflangia, si procederà al serraggio dei dadi con la chiave, progressivamente per passate successive, operando nell'ordine riportato nello schema fornito dal costruttore e con il controllo dinamometrico delle coppie di serraggio.
Dopo il collaudo idraulico, si dovrà obbligatoriamente verificare il serraggio dei bulloni e, nel caso, stringerli ulteriormente.

63.2.3.4. Montaggio del giunto rapido antisfilamento

Il montaggio del giunto rapido avverrà secondo le seguenti fasi:
1) Pulizia e controlli.
Si dovrà pulire accuratamente:
– interno del bicchiere, in particolare l'alloggiamento della guarnizione del giunto per eliminare eventuali depositi di terra, di sabbia, ecc.;
– estremità liscia del tubo da assemblare e la guarnizione;
– rificare la presenza del cianfrino, la condizione del cordone di saldatura e lo stato dell'estremità liscia;
– pristinare obbligatoriamente, in caso di taglio, il cianfrino e il cordone di saldatura.
2) Inserimento della guarnizione:
– verificare lo stato della guarnizione ed introdurla nel suo alloggiamento, conferendole la forma di cuore; per le tubazioni di grandi diametri da DN 800 a DN 1200, per posizionare la guarnizione è preferibile deformarla in modo da farle assumere la forma di croce;
– verificare che la guarnizione risulti posizionata correttamente ed aderente su tutta la circonferenza del tubo.
3) Posizionamento dell'anello e della controflangia:
– pulire accuratamente l'anello e la controflangia;
– posizionare la controflangia e l'anello sull'estremità della canna del tubo, al di là del cordone di saldatura.
4) Marcatura della profondità di imbocco:
Tracciare una marcatura di profondità dell'imbocco ad una distanza indicata dai disegni di progetto dal cordone di saldatura, sull'estremità liscia del tubo da posare.
5) Lubrificazione.
– spalmare di pasta lubrificante, mediante pennello: la superficie visibile della guarnizione; il cianfrino e l'estremità liscia del tubo.
6) Giunzione.
– imboccare l'estremità liscia verificando l'allineamento degli elementi da assemblare fino a che la marcatura tracciata sulla canna arrivi sulla perpendicolare del fronte del bicchiere;
– non deve essere oltrepassata questo limite, per evitare il contatto fra i tubi e per assicurare la possibilità di ulteriore movimento del giunto.
7) Controllo.
Verificare che la guarnizione in elastomero sia sempre posizionata in modo corretto nel suo alloggiamento, passando nello spazio circolare compreso fra l'estremità liscia del tubo e l'entrata del bicchiere l'estremità di una reggetta metallica, che si introdurrà fino ad incontrare la guarnizione: in ogni punto della circonferenza, la reggetta dovrà penetrare alla stessa profondità.

63.3. Tubazioni in acciaio

Per quanto non specificato si rimanda alle prescrizioni per la posa in opera dei tubi in ghisa.

63.3.1. Ripristino del rivestimento esterno

Il ripristino del rivestimento esterno sul giunto dei tubi di acciaio potrà essere eseguito con fasce di protezione anticorrosiva, lavorabili a freddo o a caldo, o prodotti termorestringenti, manicotti o fasce termorestringenti ed in generale prodotti compatibili con il rivestimento particolare del tubo.
Il rivestimento in polipropilene potrà essere completato nella zona del giunto dei tubi mediante resina epossidica o poliuretano, in riferimento alla norma **DIN 30671**, oppure mediante laminato in vetroresina.
Per il rivestimento esterno in malta cementizia il produttore dei tubi dovrà fornire in dotazione i materiali adatti per eventuali ripristini: malte colabili, fasce cementizie, ecc.
Il rivestimento esterno in polietilene deve essere realizzato con procedimento estruso a calza, secondo il procedimento a

tre strati in conformità alla norma DIN 30670 ovvero alla **UNI 9099**. Il processo di estrusione deve prevedere l’applicazione di una mano di fondo a base epossidica, di un secondo strato di adesivo polimerico ed infine, di una guaina di polietilene stabilizzato.

63.3.2. Giunzioni tubi in acciaio
63.3.2.1. Collegamento mediante bicchiere ad innesto
Prima del collegamento dei tubi, l’estremità dell’innesto ed il bicchiere saranno accuratamente puliti:
– l’anello di tenuta in gomma, già inserito nello stabilimento di produzione, dovrà essere spalmato con lubrificante, fornito dal produttore;
– l’estremità smussata del tubo verrà spinta nel bicchiere manualmente o con utensili adatti;
Per mezzo di un calibro si verificherà il corretto posizionamento dell’anello di tenuta. Il giunto finito verrà protetto con i materiali di ripristino del rivestimento forniti dal produttore secondo le specifiche del fabbricante.

63.3.2.2. Tipi di giunzioni
Le giunzioni dei tubi di acciaio possono essere:
– a flange, per tubazioni non interrate
– per saldatura di testa, per saldatura a bicchiere cilindrico, per saldatura a bicchiere sferico con camera d’aria
– a bicchiere con anello di tenuta in elastomero per trasporto di liquidi aggressivi.

63.3.2.3. Saldature
Prima della saldatura lo smusso di saldatura e l’estremità del tubo devono essere puliti, fino a una larghezza di circa 50 mm, utilizzando, ad esempio, per la pulitura spazzole rotanti. Per i tubi con rivestimento in malta cementizia, è consigliabile utilizzare la saldatura a cordone discendente. Nel caso di condotte per acque potabili non è necessario prevedere interventi di chiusura dell’intercapedine di saldatura per i tubi predisposti per saldatura di testa in quanto tale intercapedine si chiude spontaneamente, nel corso dell’esercizio, in seguito al deposito dei prodotti di reazione.
Nella posa in opera dei tubi in acciaio le saldature devono essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma EN 287 (ex **UNI 6918** e **UNI 4633**) rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato.
L’appaltatore, se previsto dal progetto esecutivo, su richiesta della direzione dei lavori dovrà fornire dati circa le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate che costituiranno i cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata, la corrispondente corrente elettrica, le attrezzature ed impianti che propone di impiegare.
Gli elettrodi impiegati, devono essere esclusivamente rivestiti di metallo d’apporto che presenti caratteristiche analoghe e compatibili con quelle del metallo base. Il tipo di elettrodi dovrà essere approvato dalla direzione dei lavori che ha facoltà di fare eseguire prove preventive.
Ultimate le operazioni di saldatura devono essere costruiti con cura i rivestimenti protettivi della tubazione nella qualità e spessore uguale a quello esistente di fabbrica lungo il resto della tubazione.

63.4. Tubazioni in gres
A tubo sollevato, si puliranno la giunzione di poliuretano in punta e del bicchiere e quindi si lubrificheranno con sapone liquido, senza usare olii minerali o sintetici,
I tubi si caleranno nello scavo con delicatezza e curando che il segno di riferimento, posto sul manicotto, sia rivolto verso l’alto; infilare la punta nel bicchiere e spingere sino a battuta a mano per mezzo di una leva o con la benna dell’escavatore, avendo cura di interporre una tavola di legno.
Nel caso l’altezza di ricoprimento del tubo risultasse inferiore a 0,5 m si consiglia di rivestire completamente la tubazione con calcestruzzo.

63.5. Tubazioni in c.a.
Per i tubi a sezione circolare la posa in opera avviene, per lo più per i diametri maggiori, su sella continua oppure, in qualche caso, con distribuzione discreta di selle d’appoggio di calcestruzzo semplice o armato, con apertura generalmente di 120° e comunque mai minore di 90°; nel caso di trincea stretta l’appoggio si realizzerà su di un solco longitudinale sagomato a sella cilindrica di angolo al centro non inferiore a 90° praticato nel terreno naturale con interposizione di uno strato di sabbia e ghiaietto costipato (misto granulare) di spessore uniforme non inferiore alla parete del tubo e comunque in ogni caso non inferiore a 100 mm.
Il sottofondo di calcestruzzo per la posa può essere sostituito con uno strato di ghiaia di 15 cm circa.
Per limitare gli effetti delle possibili abrasioni il calcestruzzo dovrà essere confezionato con additivo antiabrasivo.
Per l’allineamento dei tubi si raccomanda di mantenere il tubo in sospensione all’attrezzo di sollevamento mentre si attua la spinta.
Prima della posa in opera dovrà verificarsi l’integrità dei tubi, che il bicchiere e l’estremità siano in buono stato e liberi da qualsiasi traccia di ghiaia o fango. Non sarà necessario togliere la brina e l’umidità, mentre il ghiaccio deve essere tolto con un martello di gomma. Ogni anello di gomma dovrà essere pulito e privo di olio e grasso mediante apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa della guarnizione.

63.6. Tubi in PVC
63.6.1. Giunti con anello in elastomero
Il montaggio dei tubi dovrà avvenire nel seguente modo:
– verifica dell’integrità dello smusso
– pulizia da eventuali corpi estranei

– misura accurata della lunghezza del bicchiere
– riporto della misura anzidetta (ridotta di 10/20 mm) sul maschio del tubo tracciando un segno con matita o pennarello
– inserimento della guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede accuratamente, e con l’avvertenza che la parte sottile sia rivolta verso la parte esterna del bicchiere
– lubrificazione con lubrificante apposito della superficie interna della guarnizione e della superficie esterna della punta del tubo (non usare grassi od oli minerali).
Non deve essere lubrificata la sede interna della guarnizione.
Introdurre la parte cilindrica smussata del tubo dentro il bicchiere, sino al segno precedentemente fatto, verificando che la guarnizione rimanga in sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende dal preciso allineamento dei tubi e dall’accurata lubrificazione.

63.6.2. Giunti con anello di tipo rigido ottenuti mediante incollaggio
Posato il tubo si procederà al rinfianco con sabbia fino alla generatrice superiore, costipando accuratamente in modo da non lasciare vani al di sotto del tubo. Ultimata la posa, l’appaltatore dovrà procedere, prima del reinterro definitivo, allo stendimento di uno strato di sabbia di almeno 20 cm di spessore al di sopra della generatrice superiore del tubo. Si fa obbligo all’appaltatore di adottare tutte le misure idonee alla salvaguardia delle tubazioni con particolare riguardo al trasporto, allo stoccaggio ed alla posa in opera, al fine di non danneggiare i materiali con abrasioni od intagli di sorta.
I tratti di tubazione danneggiati, per qualsiasi motivo ed accidentalmente, devono essere immediatamente allontanati dal cantiere.
Gli accessori devono essere sostenuti autonomamente da un loro appoggio e non essere posizionati in modo tale da danneggiare il tubo.
Inoltre l’appaltatore dovrà eseguire tutti i lavori di posa secondo le raccomandazioni dell’Istituto Italiano Plastici.
Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore.

63.7. Tubazioni PE
Le condotte la cui saldatura è stata effettuata ai margini dello scavo, devono essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna, in almeno due punti distanti tra loro 15,00 ÷ 20,00 m, per non più di 1,20 ÷ 1,30 m. Per tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano.
Le apparecchiature eventualmente inserite nella condotta devono essere sorrette in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.
L’assemblaggio della condotta potrà essere effettuato in accordo con la direzione dei lavori, dentro o fuori lo scavo, ricorrendo ai sistemi di giunzione di cui sotto:
– per saldatura testa a testa
– per la fusione nel bicchiere
– per elettrofusione con manicotto.
Particolare cura dovrà essere sempre posta nella pulizia delle superfici di contatto del tubo, nella loro complanarità, e per:
a) i sistemi testa /testa ed a bicchiere:
– alla temperatura della piastra di riscaldamento
– alla pressione di giunzione delle due superfici del tubo
– ai tempi delle varie fasi;
b) elettrofusione con manicotto:
– agli amperaggi/temperature
– ai tempi.
Per maggiori dettagli si farà riferimento alle direttive fornite dai costruttori di macchine e dai fornitori dei manicotti da elettrofusione.
Nella posa dei tubi in polietilene le saldature devono essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla **UNI 9737** rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato con l’utilizzo di apposite saldatrici rispondenti alla **UNI 10565** e alla **UNI 10566**.
Gli accessori devono essere sostenuti autonomamente da adeguato appoggio ed essere posizionati in modo tale da danneggiare il tubo.
Inoltre l’appaltatore dovrà eseguire tutti i lavori di posa in opera secondo le raccomandazioni dell’Istituto Italiano dei Plastici.

63.7.1. Sfilamento della condotta lungo il tracciato
Le tubazioni ed i pezzi speciali saranno portati lungo il tracciato senza trascinarli e curando che non subiscano graffi, tagli o comunque danni.
Il tracciato sarà picchettato e saranno segnalate le posizioni dei pezzi speciali, secondo le modalità stabilite dalla direzione dei lavori.
I tubi e i pezzi speciali devono essere sfilati in prossimità dello scavo curando che la lunghezza delle tubazioni sia pari a quella del tracciato, ed il numero ed il tipo dei pezzi speciali corrisponda ai dati di progetto. Nel caso che la condotta debba essere collocata in zone di traffico, i tubi verranno raccolti in gruppi di 10 ÷ 15 barre (120 ÷ 180 m) in modo da essere facilmente posizionabili, al momento della collocazione, lungo lo scavo.
Nella sistemazione delle tubazioni occorre tenere presente le esigenze create dal passaggio degli escavatori e dall'accumulo del materiale di scavo.
Durante i lavori il cantiere sarà adeguatamente segnalato secondo quanto stabilito dal codice della strada, facendo particolare attenzione all’ingombro delle macchine operatrici ed all’incolumità delle maestranze e dei pedoni e veicoli

circolanti sulla strada interessata dai lavori.

63.7.2. Curvatura per flessione naturale

I tubi di PE potranno essere curvati a freddo, senza sollecitare eccessivamente il materiale, con un raggio minimo di curvatura pari a 40 volte il diametro (R = 40 D).
Le curve in orizzontale devono essere bloccate nello scavo con sacchetti di sabbia prima del riempimento, in modo da evitare che il tubo sforzi sulle pareti dello scavo stesso.
L'esecuzione in cantiere di lavorazioni a caldo di tubi e/o pezzi speciali è assolutamente vietata.

63.7.3. Sistemi di giunzione

63.7.3.1. Generalità

La giunzione fra tubo e tubo oppure fra tubo e raccordo o apparecchiature, ecc. dovrà rientrare tra i tipi di seguito riportati.
Le prescrizioni riportate per ciascun tipo di giunzione hanno carattere indicativo, comunque devono essere seguite le prescrizioni dei fornitori.
La giunzione dei tubi in PEad PE PP si può effettuare per saldatura senza materiale d'apporto (polifusione testa a testa e polifusione nel bicchiere) o con materiale d'apporto ed anche per giunzione meccanica, o elettrica.
Le giunzioni devono essere eseguite sempre da personale qualificato e con apparecchiature tali da garantire il rispetto delle temperature, delle pressioni e dei tempi prescritti.
È norma fondamentale che prima di ogni saldatura venga effettuata una perfetta pulizia meccanica (raschiatura) delle superfici da saldare.
Con riferimento alle varie tipologie si consiglia di osservare le seguenti indicazioni: polifusione testa a testa da effettuarsi utilizzando una macchina saldatrice in grado di garantire una perfetta coassialità dei tubi, una preparazione ineccepibile della saldatura e una sicura messa a punto della pressione di saldatura.
L'esecuzione della saldatura deve avvenire in luogo possibilmente asciutto al riparo di agenti atmosferici sfavorevoli (umidità, correnti d'aria).
Prima della saldatura vera e propria bisogna che i tubi e le parti di tubo siano perfettamente assiali e le superfici di saldatura parallele tra loro. I tubi saranno bloccati con ganasce ad una macchina saldatrice, munita di un sistema idraulico capace di muovere i due tubi ed imporre la giusta pressione.
Le estremità dei tubi devono essere rese piane e parallele con l'uso di una fresa.
Eseguite queste operazioni fondamentali si può iniziare la saldatura. Le superfici dal saldare vengono premute contro il termoelemento (con temperature di 210° +/– 5°C) mantenendo una pressione pari a 0,05 N/mm^2 per un tempo correlato allo spessore del tubo.
Questo intervallo di tempo è detto tempo di riscaldamento, trascorso il quale si annulla la pressione (tempo di riposo) fino alla formazione di un bordino di altezza pari ad 1/5 dello spessore del tubo. Dopo di che le superfici di saldatura vengono allontanate in modo da poter togliere il termoelemento. Quindi le superfici vengono riavvicinate. Il tempo di allontanamento deve essere il minimo possibile.
Avvenuto l'avvicinamento delle superfici di saldatura, la pressione deve essere aumentata gradatamente fino a 0,15 N/mm^2, che deve essere mantenuta fino a quando la temperatura della zona di saldatura è pari a 70°C. Non si deve mai raffreddare la saldatura con aria ed acqua. Solo ad avvenuto raffreddamento è possibile liberare il tubo dalle ganasce. Il cordolo formatosi durante la saldatura all'interno ed all'esterno si deve presentare regolare e rotondo.

63.7.3.2. Saldatura con manicotto

Questo tipo di giunzione avviene interponendo tra le due sezioni del tubo o di un tubo ed un raccordo (T, gomito, riduzione, ecc.) un manicotto munito di un filamento elettrico (resistenza) avvolgente la superficie interna a spirale e di un fermo al centro della sua lunghezza.
Attraverso un'apposita saldatrice alimentata elettricamente, viene fornita la necessaria energia alla resistenza in modo da provocare la fusione del materiale sulle superfici tangenziali di contatto e la conseguente giunzione del manicotto alla verga del tubo o del raccordo.
Prima di procedere alla saldatura è necessario procedere ad un'accurata pulizia delle parti da saldare, con speciali attrezzi o con semplice tela smeriglio, avendo cura di non usarla mai sui manicotti elettrici, e sgrassando tutte le parti da congiungere con liquido decappante, al fine di togliere eventuale sporcizia che comprometterebbe la saldatura.

63.7.3.3. Giunzione mista (metallo-PE) o di trasferimento

Questo tipo di giunzione è utilizzato in quei casi in cui è necessario collegare una condotta in PE con tubazioni costituite da altri materiali (es. ghisa, acciaio, ecc.) o quando si devono montare su una condotta in PE valvole, filtri, riduttori di pressione, ecc.
Si ottiene introducendo la flangia scorrevole sul colletto e saldando questo sulla estremità del tubo.
La chiusura avviene poi mediante un normale serraggio delle due flange (quella scorrevole e quella fissa del tubo di ghisa o della valvola) con bulloni, previa interposizione fra le due flange di apposita guarnizione.

63.7.3.4. Giunto a serraggio meccanico tipo Gilbault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica.

Il giunto a serraggio meccanico tipo Gilbault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica potrà essere effettuata su ogni tipo di tubo, anche fra tubi di materiale diverso, purché abbiano lo stesso diametro esterno.
Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato, è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime variazioni lineari che possono verificarsi per effetto termico nei due tronchi da congiungere, più una quantità variabile dai 30 ai 100

mm in relazione al diametro dei tronchi stessi.
La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazione:
1) provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere ed assicurarsi che siano integre;
2) infilare le estremità dei due tubi nel giunto meccanico ed assicurarsi che ciascuna di esse sia introdotta per lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto, badando, però, che esse non vengano a contatto fra di loro;
3) infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

63.7.3.5. Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio
Il giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio di giunzione dovrà essere realizzata secondo il seguente ordine di operazioni:
1) taglio de tubo nella lunghezza richiesta;
2) separazione delle parti dal raccordo e montaggio sul tubo cominciando dalla ghiera, seguita dall'anello di serraggio conico, curando che questo sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
3) collocazione del tubo nel corpo del raccordo fino a che non si oltrepassi la guarnizione elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo;
4) accostamento dell'anello di serraggio conico al corpo del raccordo e successivo avvitamento stretto della ghiera al raccordo stesso.

63.7.3.6. Giunzione per flangiautra
La giunzione per flangiautra sarà di norma realizzata a mezzo di flange metalliche scorrevoli infilate su collari saldabili in PEad; i collari, prefabbricati per stampaggio, saranno applicati alla tubazione da collegare mediante saldatura di testa. Le flange saranno di normale acciaio protetto con rivestimento di plastica e saranno collegate con normali bulloni o tiranti previa inserzione di opportuna guarnizione. Le guarnizioni per frangiatura saranno impiegate per l’inserzione di apparecchiature e laddove non si possa operare con giunzioni saldate (condotte subacquee, ecc.).
Nel caso in cui l’ambiente d’installazione sia particolarmente aggressivo le flange e bulloni devono essere rivestiti di resina epossidica ovvero devono essere realizzati in lega bronzea o in vetroresina**.**

63.7.3.7. Giunto a flangia libera con collare di appoggio
Il giunto a flangia libera con collare di appoggio potrà essere effettuata anche fra tubi di materiale diverso o per il collegamento a pezzi speciali. Si realizza con flange scorrevoli infilate su collari saldabili.
Le flange potranno essere di normale acciaio al carbonio oppure di acciaio plastificato o qualunque altro materiale idoneo allo scopo.
La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazioni:
1) infilare la flangia libera nell'estremità del tubo
2) unire il collare d'appoggio al tubo
3) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare
4) bullonare effettuando il serraggio a croce.

63.7.3.8. Giunto a bicchiere
Il giunto a bicchiere, completo di guarnizione elastomerica, è un metodo veloce ed il giunto viene preparato in fase di produzione.
Si posiziona il maschio all’imboccatura del bicchiere, si spinge il maschio fino a quando non raggiunge la zona di compressione nel bicchiere.

63.7.3.9. Giunto di dilatazione
Dove previsti, si adotteranno giunti di dilatazione del tipo «a soffietto in neoprene» oppure a «cannocchiale» secondo le indicazioni della Direzione dei lavori che, in alternativa, se non riterrà opportuno l'uso di tali giunti, disporrà di bloccare i movimenti longitudinali della tubazione per mezzo di ancoraggi convenientemente localizzati e dimensionati.

63.7.3.10. Collegamenti con altri materiali
Qualora si rendesse necessaria la giunzione di tubazioni di PE100 con tubi di altra natura (metallico o plastico di natura diversa) è, in ogni caso, vietato l'uso di collanti o di malta cementizia. Sarà in ogni caso il progettista o, in mancanza, il direttore dei lavori a dare l'esatta indicazione circa il sistema prescelto.
Il collegamento fra tubi di PE100 con apparecchiature metalliche, in genere dotate di estremità flangiate, potrà essere effettuato mediante il normale collegamento a flangia.
Le apparecchiature così collegate devono essere ancorate a blocchi di calcestruzzo in modo tale che non s'inducono sforzi di flessione e/o di torsione sui manufatti adiacenti.
La saldabilità tra tubazioni di PEad avanti valori diversi di MRS è possibile. La validità della giunzione sarà verificata eseguendo il test alla pressione interna a 80°C in accordo con quanto previsto nel progetto di Norma prEN 12201.

63.7.3.11. Derivazioni
Si utilizzano prevalentemente le derivazioni ottenute mediante saldatura elettrica in quanto garantiscono la necessaria sicurezza ed in particolare si preferiscono:
– derivazione mediante collare di presa a saldatura elettrica
– derivazione mediante collari di presa a saldatura elettrica con T di derivazione (presa sotto carico).

63.7.3.12. Derivazione mediante collare di presa a saldatura elettrica
La derivazione è costituita da un collare che avvolge tutta la tubazione da derivare, rinforzando tangenzialmente la condotta e contenendo l’ovalizzazione che potrebbe verificarsi per l’indebolimento in corrispondenza della derivazione.
Il collare è munito di resistenza elettrica che può interessare tutta la circonferenza del collare o il settore circolare attorno al punto di derivazione. In questo caso la tenuta meccanica di rinforzo sulla tubazione è garantita da bulloni di acciaio inox.
Mediante l’apparecchio per saldare si ottiene la saldatura del collare sulla tubazione.
Sulla parte superiore del collare è già stato realizzato il tronchetto che consentirà, previa foratura con attrezzo perforatore, la saldatura della derivazione mediante manicotto elettrosaldabile, alla linea derivata.

63.7.3.13. Derivazione mediante collari di presa a saldatura elettrica con T di derivazione (presa sotto carico)
Questo sistema di derivazione, come dice il nome stesso, si utilizza quando si vuole derivare da una conduttura, senza interrompere il flusso in quest’ultima (sotto carico).
Si realizza come la derivazione mediante collare di presa a saldatura elettrica, completata però, nell’interno del tronchetto derivato dal collare, con un particolare accessorio chiamato tappo di foratura, che consente, dopo il fissaggio del collare sulla condotta, la foratura della stessa, con conseguente tenuta mediante guarnizione su opportuna battuta, del fluido interno.
Il tappo di foratura è a perdere, cioè rimane inserito nella presa e nel realizzare la foratura della condotta, trattiene la carotina di materiale asportato, evitando così che quest’ultimo, trasportato dal fluido, possa andare in circolo ad ostruire filtri, valvole, ecc.
Completata la rete derivata, si sviterà il tappo di foratura, consentendo al fluido di attraversare il collare di presa alimentando la stessa rete derivata, assolvendo alla funzione di rubinetto di presa.
Un cappellotto munito di guarnizione verrà avvitato sulla testa della derivazione, proteggendo così sia il tappo perforatore che la sede sulla quale lavora.

63.7.3.14. Operazioni di saldatura
L’appaltatore deve provare alla direzione dei lavori la specializzazione dei saldatori per le materie plastiche, in riferimento alle norme tecniche vigenti.
Prima di effettuare una saldatura devono essere eseguite le seguenti azioni preparatorie:
– calibrazione della macchina saldatrice e dei relativi apparecchi di misura
– montare la protezione per la pioggia o per il sole
– preparazione del data-sheet dei parametri di saldatura
– seguire le istruzioni di saldatura fornite con ciascuna macchina saldatrice
– durante le fasi di saldatura bisogna: operare la giusta scelta degli anelli di riduzione alla dimensione del tubo da saldare; fare scorrere i tubi su rulli per ridurre le forze di trascinamento; per ottenere una superficie regolare la pressione deve ridursi gradualmente; controllare l’allineamento dei tubi; controllare che venga applicata la giusta pressione di saldatura; non usare acqua per il raffreddamento; se non è completata la fase di raffreddamento si dovrà prestare molta cautela durante la movimentazione della tubazione ed evitare di eseguire le prove di pressione;
– polifusione nel bicchiere: è un procedimento del tutto analogo al precedente tranne che per la forma del termoelemento, che invece di essere piatto ha una sagoma a maschio e femmina; questo metodo di solito si utilizza per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema. Per la perfetta esecuzione di tale giunzione la superficie interna del bicchiere e quella esterna del maschio, dopo accurata pulizia, verranno portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante rivestito sulle superfici interessate con PTFE o similare. Le due estremità verranno quindi accoppiate con idonea pressione che sarà mantenuta fino al consolidamento del materiale evitando spostamenti assiali e rotazioni;
– saldatura per elettrofusione: utilizzato di norma per interventi di riparazione, questo sistema verrà eseguito con l’impiego di manufatti speciali (bicchieri o manicotti con elettroresistenza incorporata), apparecchiature speciali (trasformatori) e secondo le particolari istruzioni del fornitore. La giunzione potrà essere adottata per diametri fino a 160 mm e pressioni fino a10 bar. In ogni caso potrà essere prescritta quando non si possa validamente intervenire con altri sistemi;
– saldatura con materiale d’apporto: utilizzato per la giunzione dei tubi spiralati a bicchiere, l’attrezzo fondamentale è un estrusore portatile con il quale si producono tondini di PE allo stato pastoso da applicare a caldo sulle pareti da unire, anch’esse preriscaldate. La giunzione dovrà essere eseguita con le apparecchiature prescritte dal produttore e in base alle specifiche tecniche che lo stesso è tenuto a fornire.

Art. 64 – RINTERRO DELLE TUBAZIONI

64.1. Generalità
Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

64.2. Esecuzione del rinterro
Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazioni

verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratori a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.
Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.
Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali. Il rinfianco delle tubazioni ed il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m^3; il massimo contenuto di limo è limitato al 10%, il massimo contenuto di argilla è limitato al 5%.
La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.
Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.
Infine verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale
Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma **UNI EN 1295-1** che distingue:
– zona di rinterro. Tale zona deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semi rigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
– zona di rinterro accurato, costituita:
1) da letto di posa e rinfianco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
2) letto di posa e la base d'appoggio fino al dimetro orizzontale per le condotte rigide;
– terreno.
In generale le condizioni di posa debbono tenere conto delle seguenti condizioni:
– mantenimento del condotta al riparo dal gelo;
– attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
– regolamenti locali relativi alla viabilità.
L'esecuzione della base d'appoggio e del reinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.
La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.
Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi delle altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.
Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.
Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento, a vibrazione o costipanti, sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di reinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.
Il materiale di reinterro dovrà appartenere ai gruppi A1 A2 e A3 della classificazione CNR **UNI 10006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 ed **UNI 7517**.
Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se del caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.
Il rinfianco ed il ricoprimento debbono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.
Nel caso di tubi installati in trincea la profondità minima del rinterro sarà 1,2 x DN (mm), non saranno ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.
Nel caso fosse necessario un rinterro minore si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.
Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

64.3. Rinterri in situazioni particolari

Dopo un conveniente periodo di assestamento l'impresa provvederà alla sistemazione ed al ripristino delle massicciate e delle sovrastanti pavimentazioni preesistenti.
I rinterri e le massicciate ripristinate devono essere costantemente controllate dall'impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere a sua cura e spese alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.
Se gli scavi fossero avvenuti in terreno coltivo, il rinterro dovrà essere effettuato utilizzando, per lo strato superiore e per

le successive ricariche, terra di coltura.
L'impresa, anche quando avesse rispettato le norme del presente punto, rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza.
La stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alla ricarica dei riempimenti nei casi di inadempienza dell'Impresa agli eventuali ordini di servizio, emessi in merito dalla direzione dei lavori. In tale evenienza tutte le spese saranno addebitate all'impresa appaltatrice.

64.4. Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, debbono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.
La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro sarà cura dell’appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.
Quando è possibile, occorre eseguire sul posto, la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l’accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

a) Terreni a grana grossolana con 5% di fini
La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l’uso del getto d’acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.
La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

b) Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini
La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12 % si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

c) Terreni a grana grossolana con > 12% di fini
I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l’installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L’appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.
Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

64.5. Particolari accorgimenti per il rinterro di alcuni tipi di tubi

64.5.1. Tubi in PE

Un riempimento non corretto e non uniforme attorno al tubo influenzerà la deformazione del tubo stesso in modo inverso al valore del rapporto s/D ed in modo più pronunciato nei tubi sotto rinterro inferiore a 1,00 ÷ 1,50 m.

64.5.1.1. Inizio del riempimento

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna.
Il riempimento si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone do 20,00 ÷ 30,00 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà seguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.
Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.
Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5,00 ÷ 6,00 m dal pezzo stesso.

64.5.2. Tubi in PVC

Il riempimento per le tubazioni in PVC, deve essere eseguito nelle ore meno calde della giornata.
Si procederà sempre a zone e di 20 ÷ 30 cm, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita. Si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia, intorno al tubo nella tratta più avanzata. Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m, dal pozzo stesso.

Art. 65 – MURATURE DI CONTRASTO E DI ANCORAGGIO DELLE TUBAZIONI

Nelle condotte di fognatura, il deflusso, per lo più a superficie libera, può trasformarsi, in qualche speciale tratto, in

deflusso in pressione (per es. negli attraversamenti aerei o sotterranei, nelle condotte di mandata dei sollevamenti, ecc.), in questi tratti l’andamento della condotta può subire cambiamenti di direzione in senso altimetrico o planimetrico, in corrispondenza dei quali la curva è sottoposta all’azione risultante dalla composizione delle spinte (idrostatica e quantità di moto) agenti sulle sezioni che limitano, a monte e a valle, la curva stessa.
Il controllo di questa azione, e quindi la stabilità della condotta, deve essere affidato ad una struttura monolitica, denominata blocco di ancoraggio, variamente vincolata al terreno e alla quale la condotta è ancorata.
Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, devono essere opportunamente contrastati o ancorati.
Nei tratti di tubazione a forte pendenza è necessaria la costruzione di brigliette in muratura a ritegno dei tubi e del letto di posa.
La superficie di reazione dei blocchi di contrasto dovrà essere dimensionata in modo che il carico unitario trasmesso al terreno non superi il carico di sicurezza ammissibile per quel dato tipo di terreno. Di seguito sono indicati i carichi unitari di sicurezza approssimativi ammissibili per alcuni tipi di terreno, per sollecitazioni in senso orizzontale ed a profondità di almeno 60 cm.
Nel caso di curve verticali l’ancoraggio viene assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione. Le cravatte non devono bloccare la tubazione ma unicamente assorbire la spinta indotta dalla pressione interna secondo una direzione ben definita.
I giunti della tubazione devono restare sempre accessibili per eventuali ispezioni.

Art. 66 – ALLACCIAMENTI ALLA CANALIZZAZIONE DI FOGNATURA

In generale, per ogni lotto catastale edificato, verrà realizzato un condotto di allacciamento fino ai confini della proprietà, mentre per ciascun lotto catastale non edificato ci si limiterà ad inserire nella canalizzazione almeno un pezzo speciale con imboccatura o uno sghembo, pronto per l'allacciamento, a meno che – in particolare con strade molto trafficate e/o alti livelli freatici – la direzione dei lavori non prescriva anche in questo caso di completare l'allacciamento fino ai confini del lotto.
Non è consentito inserire i condotti di allacciamento dei pozzetti stradali nei condotti di allacciamento degli edifici. È invece possibile – secondo le indicazioni del progetto e/o della direzione dei lavori – l'associazione di più pozzetti stradali ad un unico condotto di allacciamento alla fognatura.
Qualora la canalizzazione di fognatura sia inferiore al livello della falda freatica, i condotti di allacciamento che non possono essere ancora completati devono essere predisposti con l'imboccatura il più possibile sopra il livello freatico, per facilitare i successivi lavori di completamento.
I pezzi speciali con imboccatura e gli sghembi, predisposti per il successivo allacciamento, devono essere chiusi con appositi coperchi a tenuta ermetica.
Di norma, salvo diversa disposizione della direzione dei lavori, gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura saranno realizzati mediante tubi in conglomerato cementizio semplice del diametro nominale di 150 mm e gli allacciamenti degli scarichi privati mediante tubi in gres del diametro nominale di 200 mm. Nella esecuzione dei condotti di allacciamento, devono essere evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza devono adottarsi pezzi speciali di raccordo e riduzione.
Nell'ambito della fossa della canalizzazione, i condotti di allacciamento devono essere supportati da calcestruzzo costipato o sabbia cementata. I collegamenti alla canalizzazione avverranno di norma mediante pezzi speciali con imboccatura inseriti nei condotti prefabbricati o sghembi inseriti nei getti in calcestruzzo o nelle murature realizzate in opera.
Solo in via eccezionale potrà essere consentito dalla direzione dei lavori l'inserimento di sghembi successivo alla realizzazione della canalizzazione. In tal caso si dovrà provvedere con diligenza alla perforazione del condotto mediante un attrezzo speciale a corona cilindrica, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghembi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un idoneo blocco di ammarraggio in calcestruzzo, ad evitare il distacco del pezzo speciale.
Nel collegamento tra i condotti e gli sghembi, devono infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi d'ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco.
I collegamenti alla tubazione saranno eseguiti mediante pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inseriti nella condotta durante la sua costruzione.
Solo eccezionalmente la direzione dei lavori potrà autorizzare l’esecuzione di allacci successivamente alla realizzazione della condotta con le adeguate prescrizioni al fine di creare un collegamento che assicuri adeguata tenuta idraulica.

Art. 67 - ALLACCIAMENTI ALLE TUBAZIONI PER ACQUEDOTTO

67.1. Allacciamenti su tubazioni in PEAD

Le derivazioni d’utenza dovranno essere realizzate con fornitura e posa di collare di presa e valvola di derivazione a squadra in ghisa PN 16 per tubazioni in PEAD, asta di manovra con tubo riparatore e chiusino stradale in ghisa; gli allacciamenti e le derivazioni dovranno seguire una linea parallela o perpendicolare alla linea principale.

- Collare di presa per allacciamenti su tubazioni in polietilene costituiti da corpo in ghisa di qualità con rivestimento epossidico a forte aderenza; guarnizione di tenuta in gomma EPDM, incollata all’interno dei due semigusci de collare, a contatto con il tubo su tutta la superficie interna, con profilo a doppio o-ring nella zona di uscita per una migliore tenuta in caso di deformazione del foro sul tubo; semiguscio inferiore munito di fori filettati per il collegamento con il

semiguscio superiore tramite viti di serraggio in acciaio inox AISI 304; uscita filettata femmina da 1”. Pressione di esercizio 16 bar
- Valvola di derivazione in ghisa a squadra PN 16 ad innesto rapido antisfilamento per acqua con attacco a vite per tubo riparatore, attacchi filettati maschi 1” ¼ per entrata, femmina 1” per uscita, cuffia superiore in gomma parapolvere, cuffia di protezione per l’innesto tubo di allacciamento, ghiera antisfilamento per impedire scorrimenti assiali del tubo di allacciamento.
  Materiale della valvola: ghisa di qualità, rivestimento interno ed esterno con vernice epossidica;
- Aste di comando con tubo di protezione per accoppiamento con valvola di derivazione a squadra, connessione con valvola mediante vite, completa di cuffia superiore in gomma parapolvere. Profondità interramento: 70 cm.
  Materiale Asta: acciaio zincato, sezione quadrata 14 mm.
  Materiale tubo: PEAD.
  Materiale cappellotto attacchi di manovra: ottone OT 58
- Chiusini in ghisa bitumata a caldo per prese h min. 25 cm con scritta acquedotto;

67.2. Allacciamenti su tubazioni in acciaio
Le derivazioni d’utenza dovranno essere realizzate con fornitura e posa di collare di presa e valvola di derivazione a squadra in ghisa, asta di manovra con tubo riparatore e chiusino stradale in ghisa; gli allacciamenti e le derivazioni dovranno seguire una linea parallela o perpendicolare alla linea principale.
- Collari di presa sottocarico per tubazioni costituiti da corpo in ghisa di qualità con rivestimento epossidico a forte aderenza; dispositivo in monoblocco che consente, mediante la lamina, l’intercettazione del flusso sottocarico uscita filettata femmina 1” ¼ guarnizione di tenuta fra collare e tubo di EPDM del tipo sella. Staffa e dadi in acciaio inox AISI 304, la staffa di larghezza 60 mm è rivestita su tutta la sua lunghezza di gomma nitrilica risbordante sul lato esterno. Tiranti in ghisa sferoidale GS 400-15 UNI ISO 1083. Guarnizioni di EPDM di tipo atossico secondo la circolare n. 102 del Ministero della Sanità
- Valvola di derivazione in ghisa a squadra PN 16 ad innesto rapido antisfilamento per acqua con attacco a vite per tubo riparatore, attacchi filettati maschi 1” ¼ per entrata, femmina 1” per uscita, cuffia superiore in gomma parapolvere, cuffia di protezione per l’innesto tubo di allacciamento, ghiera antisfilamento per impedire scorrimenti assiali del tubo di allacciamento.
  Materiale della valvola: ghisa di qualità, rivestimento interno ed esterno con vernice epossidica;
- Aste di comando con tubo di protezione per accoppiamento con valvola di derivazione a squadra, connessione con valvola mediante vite, completa di cuffia superiore in gomma parapolvere. Profondità interramento: 70 cm.
  Materiale Asta: acciaio zincato, sezione quadrata 14 mm.
  Materiale tubo: PEAD.
  Materiale cappellotto attacchi di manovra: ottone OT 58
- Chiusini in ghisa bitumata a caldo per prese h min. 25 cm con scritta acquedotto;

Art. 68 – FONDAZIONI

68.1. Scavi di fondazione
Nell’esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione, secondo quanto prescritto dal punto C.4.5 del D.M. 11 marzo 1988, n. 127, si deve tenere conto di quanto specificato al punto A.2, al punto D.2 ed alla Sezione G, dello stesso D.M.
Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.
Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.
Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si devono valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si devono opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

68.2. Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva
In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

Art. 69 – OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

69.1. Criteri generali per l’esecuzione
I mattoni, prima del loro impiego, devono essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi devono mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.
I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.
Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e devono essere opportunamente collegate con la parte

interna.
Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.
I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.
Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

69.2. Tipologie e caratteristiche tecniche

Si dovrà fare riferimento alle «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura» contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LLPP, n. 30787 del 4 gennaio 1989.

69.3. Spessore minimo dei muri

A norma del D.M. 20 novembre 1987, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla seguente tabella.

Tabella 37.1. – Spessore dei muri (D.M. 20 novembre 1987)

Tipo di muratura	**Spessore minimo cm**
a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni	12
b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20
c) muratura in elementi resistenti artificiali forati	25
d) muratura di pietra squadrata	24
e) muratura listata	40
f) muratura di pietra non squadrata	50

È ammesso per gli edifici con non più di due piani fuori terra l’uso di muratura listata con l’impiego di malta cementizia.
La listatura deve essere realizzata mediante fasce di conglomerato semplice o armato oppure tramite ricorsi orizzontali costituiti da almeno tre corsi in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza e a tutto lo spessore del muro; gli spessori dei muri devono essere non inferiori a quelli indicati nella seguente tabella.

Tabella 37.2. – Spessori dei muri in pietrame listato (D.M. 16 gennaio 1996)

Spessori dei muri in pietrame listato			
	S = 6	S = 9	S = 12
piano secondo	40	40	50
piano primo	40	40	65
piano cantinato	55	55	80

Lo spessore delle murature deve essere non inferiore a 24 cm, al netto dell’intonaco; le murature debbono presentare in fondazione un aumento di spessore di almeno 20 cm.

69.4. Murature in pietrame a secco

Devono essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali.
Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.
La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della direzione dei lavori vi si devono eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

69.5. Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

Devono essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.
Per drenaggi o fognature si devono scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si devono pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

69.6. Vespai e intercapedini

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.
Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi devono correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali devono avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.
Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.
Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

Art. 70 STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

70.1. Generalità

Le prescrizioni indicate in tutto il presente articolo valgono, in quanto estendibili, per tutte le opere, e le loro parti, assimilabili a quelle descritte nei singoli paragrafi, anche se più direttamente trattate in altri articoli.
Esse dovranno essere integrate con le norme vigenti in materia, e non in contrasto con questo stesso Capitolato, in particolare con quelle sotto elencate e le loro eventuali nuove edizioni o stesure, con prevalenza, in caso di contrasto, per quelle aventi valore di legge o quelle più recenti.

1) Legge 5 novembre 1971, n. 1086: *“Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*, nonché le relative norme tecniche emanate dal Ministero per i Lavori Pubblici come disposto dall'art. 21 della summenzionata legge.
2) Norme tecniche D.M. 30.5.72, pubblicate sul supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 190 del 27.7.72.
3) Circolare Ministero Lavori Pubblici 14 febbraio 1974, n. 11951: *“Istruzioni per l'applicazione delle norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.
4) Decreto Ministeriale 16 Giugno 1976: *“Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”*.
5) Decreto Ministeriale 03 Ottobre 1978: *“Criteri generali perla verifica ella sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”*, pubblicato sulla G.U. n. 319 del 15.11.1978
6) Norme tecniche del Bollettino Ufficiale CNR, 20 del 22.6.77: *“Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo”*.
7) Legge 2 Febbraio 1974,n. 64: *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*.
8) Decreto Ministeriale 3 Marzo 1975: *“Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*.
9) Decreto Ministeriale 3 Marzo 1975: *“Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*.
10) Legge 26 Maggio 1965, n. 595: *“Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici”*.
11) Decreto Ministeriale 3 Giugno 1968: *“Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi”*.
12) Circolare Ministeriale Lavori Pubblici 17 Febbraio 1954, n.532: *“Norme per l'accettazione di pietrischi, dei pietrischetti, delle granaglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”*.
13) Bollettino Ufficiale del CNR n. 34 Anno VII: *“Determinazione della perdita in peso per abrasione di aggregati lapidei con l’apparecchio Los Angeles”*.
14) UNI 12350-1/2001. Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere.
15) UNI 12390-2/2002. Preparazione e stagionatura provini di calcestruzzo prelevati in cantiere.
16) UNI 6128-72. Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.
17) UNI 12390-2/2002. Preparazione e stagionatura provini di calcestruzzo confezionato in laboratorio.
18) UNI 12390-1/2002. Forma e dimensioni dei provini di calcestruzzo per prove di resistenza meccanica e relative casseforme.
19) UNI 6131-82 e 12504-1/2002. Prelevamento campioni di calcestruzzo già indurito e preparazione provini.
20) UNI 12390-3/2003. Prove distruttive sui calcestruzzi - prova di compressione .
21) UNI 12390-5/2002. Prove distruttive sui calcestruzzi - prova di flessione.
22) UNI 6134-72. Prove distruttive sui calcestruzzi - prova di compressione sui monconi di provini rotti per flessione.
23) UNI 6135-72 e 12390-6. Prove distruttive sui calcestruzzi - prova di trazione.
24) UNI 6393-88. Controllo in cantiere della composizione del calcestruzzo fresco.
25) UNI 12350-6/2001. Determinazione del peso al metro cubo del calcestruzzo fresco e del dosaggio del cemento al metro cubo.
26) UNI EN 206-1/2001. Calcestruzzo preconfezionato.
27) Circolare Ministeriale LL.PP. 11 Agosto 1969 n. 6090: *“Norme per la progettazione, il calcolo, l'esecuzione e il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate, in zone asismiche e sismiche”*.
28) D.M. 1 aprile 1983: *“Norme per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche”* pubblicato sul supplemento ordinario alla G.U. n. 224 del 17 aprile 1983, o Decreti Ministeriali Vigenti all'atto dell'appalto, emanati dallo Stato, in applicazione dell’art. 21 della Legge 1086 del 5.11.1971.

29) D.M. 11.03.1988, “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce; la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”.
30) D.M. 14.02.1992, “*Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*”.
31) D.M. 09.01.1996, “*Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*”.
32) D.M. 16.01.1996, *“Norme tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.*
33) D.M. 03.12.1987, *“Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”.*
34) Circ. min. LL.PP. 14.02.1974, n. 11951, “*Applicazione della Legge 05.11.1971, n. 1086*”.
35) Circ. Min. LL.PP. 09.01.1980, n. 20049, “*Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato*”.
36) Circ. Min. LL.PP. 01.09.1987, n. 29010, *“Legge 05.11.1971, n. 1086 D.M. 27.07.1985, Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare”*.
37) Circ. Min. LL.PP. 1998, n. 30483, *“Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpe, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.*
38) Circ. Min. LL.PP. 04.07.1996, n. 156AA.GG./STC., *“Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al decreto ministeriale 16.01.1996”.*
39) Circ. Min. LL.PP. 15.10.1996, n. 252AA.GG./STC., “*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996”.*
40) Circ. Min. LL.PP. 16.03.1989, *“Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”.*

70.2. Conglomerati cementizi, semplici, armati e precompressi

70.2.1. Premesse

L'Appaltatore dovrà tenere a disposizione della Direzione Lavori un registro nel quale saranno indicati, oltre a quanto prescritto dalle vigenti leggi, o da altre che potranno essere emanate, le date di inizio e fine dei getti, le date di disarmo, le curve granulometriche, la natura e provenienza degli inerti, il tipo e provenienza del cemento, le dosature usate, e quanto altro la Direzione Lavori ritenesse opportuno richiedere.
Detto registro controfirmato giornalmente dal rappresentante della Direzione Lavori dovrà essere consegnato in originale ed una copia alla Direzione Lavori alla ultimazione dei lavori stessi.
I calcoli statici relativi alle opere in conglomerato cementizio armato e non, e/o per quelle in carpenteria metallica sono, salvo diversa specificazione, a onere e carico della Stazione Appaltante, l'Appaltatore potrà, assumendosene l'onere e la spesa, fornire alla D.L. integrazioni e/o modifiche ai calcoli e alle tavole strutturali.
Se il progetto di un'opera in conglomerato armato normale e precompresso o a struttura metallica è stato fornito dall'Ente Appaltante, l'Appaltatore dovrà dichiarare per iscritto, prima di iniziare qualsiasi lavoro, direttamente od a mezzo di un Ingegnere di sua fiducia, se non sia rivestito di tale qualità, di aver esaminato e preso perfetta conoscenza del progetto medesimo in ogni sua parte, di averne rifatto i calcoli di stabilità e di conseguenza di riconoscere il progetto stesso perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera.
L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori delle suddette integrazioni ai calcoli statici delle opere non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le attribuzioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli stabiliti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e completo responsabile delle opere e, di conseguenza, l'Appaltatore stesso dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.
Il progetto esecutivo delle opere in conglomerato armato normale e precompresso, o a struttura metallica, dovrà essere corredato da un esauriente relazione di calcolo e dovrà essere completo in ogni particolare esecutivo e costruttivo sia per quanto riguarda i conglomerati che l'armatura metallica. Inoltre, sia nei disegni che nella relazione, dovranno essere chiaramente indicati il tipo e qualità dei materiali da impiegarsi, le dosature di cemento, nonché le caratteristiche e resistenze prescritte per i conglomerati e gli acciai.
Il progetto dovrà essere corredato anche da una esauriente relazione che prescriva le modalità di costruzione, di disarmo e di prova di carico della struttura con l'indicazione delle frecce di deformazione che si dovranno attendere.
Dal giornale dei lavori del cantiere dovranno risultare tutte le approvazioni degli elaborati di progetto e di calcolo delle strutture in genere, tutti gli ordini relativi all'esecuzione dei getti e disarmo, nonché le date di inizio e di fine dei getti e del disarmo.
L'Appaltatore sarà tenuto a presentare a sua cura e spese, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della D.L.:
1) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
2) lo studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
3) il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua-cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intende eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi strutturali;

4) il tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
5) i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi strutturali, dovranno essere indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare la classe di resistenza del calcestruzzo e il tipo di acciaio; in quelli relativi ai solai dovrà inoltre essere riportata per esteso l'analisi dei carichi che comprenderà oltre ai carichi permanenti anche i carichi accidentali.
Si intende altresì che l'Appaltatore dovrà adeguarsi a tutte le norme che saranno successivamente emanate dalle competenti autorità.

70.2.2. Cemento

Potrà essere usato sfuso od in sacchi, nel caso in cui il cemento venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità. L'Appaltatore dovrà predisporre in cantiere silos o depositi di entità tale da garantire il fabbisogno previsto per almeno 15 giorni lavorativi.
Ad esclusivo giudizio della Direzione lavori potrà essere ordinato l'impiego di cemento Portland, pozzolanico, ferro pozzolanico, d'alto forno e di tipo speciale. L’Appaltatore deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.
Pertanto, all'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà presentare all’approvazione della Direzione Lavori l'impegno assunto con le cementerie prescelte a fornire cemento per il quantitativo previsto, e corrispondente ai requisiti chimici e fisici di legge.
Qualora il tipo di cemento da utilizzare non sia espressamente indicato nel progetto, le prescrizioni sul tipo da adottare per ciascuna opera saranno comunicate con congruo anticipo in modo che possano essere eseguite tutte le prove prescritte.
Per qualsiasi tipo di cemento adottato (portland - pozzolanico - ferro pozzolanico - d'alto forno e portland con ceneri volanti) eccettuati solamente i tipi di cemento speciale, i conglomerati saranno contabilizzati con i normali prezzi di elenco senza maggiorazioni di sorta e l'Appaltatore non potrà avanzare per questo titolo alcuna richiesta di maggiori compensi.
Resta invece a carico dell'Appaltatore l'obbligo di predisporre silos o depositi separati e ben distinti per ciascun tipo di cemento adottato.
Le prove su legante dovranno essere ripetute su di una partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle sue qualità.

70.2.3. Inerti

Le caratteristiche degli inerti dovranno essere tali da garantire per ciascun tipo di conglomerato le resistenze cubiche caratteristiche imposte.
In rapporto ai tipi di inerte che saranno proposti dall'Appaltatore, la Direzione Lavori si riserva di modificare la curva granulometrica che dovrà essere proposta.
La Direzione Lavori potrà inoltre prescrivere l'aggiunta di "finissimo" senza che con ciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun compenso speciale. Le pezzature massime degli inerti granulometricamente assortiti da usare in ciascun tipo saranno ordinate dalla Direzione Lavori.
Per ciascuna classe di inerti e per il "finissimo", dovranno essere installati a cura e spese dell'Appaltatore idonei silos in modo che la capacità complessiva garantisca almeno 5 giornate lavorative.
Gli inerti dovranno essere protetti dalle intemperie. La Direzione Lavori potrà ordinare, nel numero che riterrà più opportuno, periodiche determinazioni del grado di umidità della miscela di inerti allo scopo di adeguare la prescritta dosatura d'acqua.
Oltre alle caratteristiche generali previste dalle vigenti disposizioni, devono avere inoltre i seguenti requisiti:
1) per l'aggregato grosso perdita in peso alla prova “Los Angeles” (CNR Norme Tecniche n. 34) non superiore a 32 per impiego di conglomerati cementizi, a 28 per strutture in cemento armato ordinario ed a 24 per strutture in cemento armato precompresso;
2) per la sabbia: equivalente in sabbia (indice per caratterizzare convenzionalmente la frazione limo argillosa - CNR Norme Tecniche n. 27) non inferiore a 80 per impiego in conglomerati cementizi con dosaggio di cemento inferiore a 250 kg/m3 e a 70 per gli altri casi;
3) il materiale passante allo staccio da 0,075 UNI deve risultare nei seguenti limiti:- per inerti naturali - ghiaia, ghiaietto, ghiaino 1% in peso - sabbia 3% in peso - per inerti provenienti da frantumazione - pietrisco, pietrischetto e graniglia 1,5% in peso - sabbia 5% in peso;
4) coefficiente volumetrico: da verificare sulla ghiaia valutandolo come il rapporto tra la dimensione maggiore e minore del granulo. Su un campione rappresentativo detto rapporto, per almeno la metà dei granuli, deve risultare 2.
5) tenore nullo di materie organiche (valutato con il metodo colorimetrico Norma UNI EN 206-1:2001)

70.2.4. Acqua d’impasto

Per la confezione degli impasti cementizi possono essere impiegate tutte le acque naturali normali. Si intendono invece escluse le acque di scarichi industriali o civili, nonché quelle contenenti, in quantità apprezzabile, sostanze che influenzano negativamente il decorso dei fenomeni di presa o d'indurimento, quali sostanze organiche in cenere, acidi umici, sostanze zuccherine, ecc. La valutazione potrà essere fatta per ossidazione, mediante titolazione delle sostanze organiche con permanganato potassico.
Il consumo di tale reattivo dovrà risultare inferiore a 100 mg per litro di acqua. L'acqua dovrà inoltre risultare praticamente limpida, incolore ed inodore. Sotto agitazione non dovrà dar luogo a formazione di schiuma persistente. E'

ammesso un limite massimo di torbidità di 2 g per litro, determinabile come residuo di filtrazione.
Al di sopra di tale limite è prescritta la decantazione.
E' consentito nell'acqua un contenuto massimo di 12000 mg/dm3 di solfati e di 1000 mg/dm3 di cloruri. Per getti di strutture da precomprimere il tenore di cloruri, espresso in Cl2 dell'acqua d'impasto non deve superare 300 mg/dm3.
Il rapporto acqua cemento sarà preventivamente stabilito dalla Direzione Lavori. Di conseguenza la quantità d'acqua da aggiungere negli impasti dovrà essere continuamente regolata in funzione dell'umidità propria degli inerti stessi che dovrà essere periodicamente controllata come prescritto nel precedente paragrafo.

70.2.5. Additivi

Gli additivi per migliorare le caratteristiche del calcestruzzo debbono essere impiegati secondo le prescrizioni del produttore.
Sarà cura dell'Appaltatore ricercare un produttore in grado di esibire risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi e prove di laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; deve essere inoltre garantita la qualità e la costanza di caratteristiche del prodotto stesso.
Il produttore di additivi dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati, specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei problemi tecnici connessi con l'esecuzione dell'opera.
La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Appaltatore potranno o no essere usati. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrano la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.
Gli additivi eventualmente impiegati negli impasti devono appartenere ai tipi definiti e classificati dalle Norme UNI cemento 0001/91, e rispondere alle relative prove d'idoneità.
Non è opportuno l'impiego di più additivi, a meno che tale possibilità non venga espressamente indicata dalla casa produttrice.
La quantità di additivo aggiunta agli impasti cementizi non dovrà, di regola, superare il 2% rispetto al peso del legante salvo diversa prescrizione della casa produttrice.
Con riferimento ai getti in cemento armato, l'aggiunta di additivi a base di cloruri è consentita soltanto in proporzione tale che il contenuto globale di cloruro - tenuto perciò conto di quello presente nell'acqua d'impasto, negli inerti e nel legante stesso - espresso in Cl2 non superi lo 0,25% del peso in cemento. Quantitativi maggiori, comunque mai superiori all'1% del peso di cemento, dovranno essere esplicitamente autorizzati dal Direttore dei Lavori. Pertanto, le case produttrici devono specificare il contenuto in cloro degli additivi.
Per la conservazione ed il periodo di utilizzazione degli additivi devono essere osservate le prescrizioni indicate dal produttore.
In particolare, quando richiesto dalle specifiche di progetto, dovranno utilizzarsi additivi tali da ottenere le seguenti proprietà del calcestruzzo:

- aria micro occlusa: il calcestruzzo di tutte le strutture dovrà contenere il 4% ±1% in volume di aria micro occlusa, facendo uso di apposito additivo aerante, per il quale l'Appaltatore non potrà chiedere compenso alcuno oltre ai prezzi stabiliti in Elenco Prezzi;
- lavorabilità: dovrà essere garantito un valore dell'abbassamento al cono di Abrams (slump test) di almeno 15 cm al fine da garantire un corretto e completo riempimento della casseforme senza segregazione; a tale scopo, dovrà essere dosato un opportuno additivo fluidificante o superfluidificante, per il quale l'Appaltatore non potrà chiedere compenso alcuno oltre a quanto stabilito nei prezzi di Elenco.

70.2.6. Impasti e composizioni

Il dosaggio di cemento, la degli inerti ed il rapporto acqua-cemento devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. In particolare il contenuto di cemento non dovrà scendere sotto quello indicato nella seguente tabella in relazione alla consistenza del calcestruzzo.
Per conglomerati con resistente caratteristiche intermedie è ammessa la interpolazione lineare.

	tenore minimo di cemento		
classe di conglomerato (definita secondo le norme tecniche regolamentari)	**Consistenza umida kg/m^3**	**Consistenza plastica kg/m^3**	**Consistenza fluida kg/m^3**
100	190	210	230
150	240	270	300
>250	280	310	340

Per la definizione dei tipi di consistenza ci si servirà delle citate norme UNI EN 206-1:2001.
Per tutti i calcestruzzi saranno realizzate le composizioni granulometriche proposte dall'Appaltatore ed accettate dalla Direzione Lavori, in modo da ottenere i requisiti fissati dal progettista dell'opera ed approvati dalla Direzione Lavori.
Per ogni tipo di calcestruzzo dovrà essere previsto l'impiego di almeno 3 classi di inerti, (due delle quali relative all'inerte fine) la cui miscela dovrà realizzare le caratteristiche granulometriche stabilite.
La Direzione Lavori ha però facoltà di prescrivere dosaggi di cemento diversi da quelli previsti in modo da ottenere resistenza cubiche caratteristiche superiori alle minime prescritte per i vari tipi.
Il dosaggio di cemento si intende con riferimento al metro cubo di calcestruzzo finito.

70.2.7. Resistenze dei calcestruzzi

I prelievi saranno effettuati in conformità alle norme tecniche vigenti, in relazione alla determinazione prescelta della resistenza caratteristica, in contradditorio con l'Appaltatore, separatamente per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti. Di tali operazioni eseguite a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Appaltatore, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.
I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Appaltatore in locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. Tutti i campioni verranno prelevati in duplice esemplare.
Con i provini della prima serie verranno effettuate prove preliminari atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.
I valori della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni dalla maturazione, ricavati da questa prima serie di prove, saranno presi a base per un primo controllo della resistenza e per la contabilizzazione delle opere in partita provvisoria.
I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere in partita definitiva.
Tutti gli oneri relativi alle due serie di prove di cui sopra, compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Appaltatore.
Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione, ricavata dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso Laboratori ufficiali. Di tale sospensione l'Appaltatore non potrà accampare alcun diritto o richiedere alcun indennizzo di sorta.
Qualora anche dalle prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore potrà eventualmente presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge. Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato con il prezzo della classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza.
Nel caso che tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di provvedimenti che, proposti dallo stesso, o in difetto di questo indicati dalla Direzione Lavori, consentano di utilizzare con sicurezza l'opera. Tali provvedimenti per diventare operativi dovranno in ogni caso essere approvati dall'Ente Appaltante.
Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se la resistenza caratteristica risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici approvati dalla Direzione Lavori.
Una volta stabilita la curva granulometrica degli inerti, ed i dosaggi del cemento e dell'acqua, i conglomerati confezionati dovranno presentare al 28° giorno di stagionatura la resistenze caratteristiche indicate nella tabella seguente.

tipo di cemento	**classe del calcestruzzo**	**dosaggio indicativo di cemento kg/m^3**	**resistenza minima caratteristica a compressione (R_{ck}) kg/m^3**
325	100	200	100
325	150	250	150
325	200	300	200
425	250	300	250
425	300	300/330	300
425	350	330/370	350
425	400	370/400	400
425	500	400/450	500

70.2.8. Confezionamento e trasporto di conglomerati cementizi

Il confezionamento dei conglomerati dovrà essere fatto con impianti di betonaggio centralizzati, possibilmente in un solo impianto di betonaggio per tutto il lavoro. In ogni caso l'Appaltatore dovrà ottenere la preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori sulla ubicazione e sulle caratteristiche degli impianti che intenderà adottare.

Gli strumenti destinati al dosaggio dei diversi componenti delle miscele e formanti parti integranti delle centrali di betonaggio dovranno corrispondere alle norme di cui al D.M. 5 settembre 1969 pubblicati sulla G.U. del 27 settembre e successive modifiche e integrazioni. In particolare la centrale deve essere dotata di bilance separate di portata appropriata per il dosaggio del cemento e degli inerti. Il dosaggio del cemento deve essere effettuato con precisione del 2%. Il dosaggio degli inerti deve essere realizzato con la precisione del 3% del loro peso complessivo.
Il sistema di carico delle bilance deve essere tale da permettere con sicurezza la regolazione e l'arresto completo del flusso del materiale in arrivo. Le bilance devono essere tarate all'inizio del lavoro e poi almeno una volta all'anno. Il dosaggio effettivo dell'acqua deve essere realizzato con la precisione del 2%.
Nello stabilire la quantità d'acqua di impasto si deve tenere conto dell'umidità degli inerti.
In nessun caso potrà essere variato il rapporto acqua-cemento precalcolato; l'eventuale variazione dei quantitativi di acqua e di cemento, allo scopo di aumentare la lavorabilità della miscela, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori in relazione anche all'aumento del fenomeno di ritiro.
Non è ammesso per nessun motivo l'aggiunta di acqua rispetto alla qualità prescritta per ottenere una maggior lavorabilità del conglomerato. Potranno esser usati additivi, previo consenso della Direzione Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore, che non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo salvo che non ne sia espressamente previsto l'impiego per particolari esigenze indicate in progetto.
Eventuali deroghe da quanto prescritto nei precedenti capoversi saranno ammesse solo in casi eccezionali e dietro esplicita autorizzazione scritta da parte della Direzione Lavori.
Le tramogge delle bilance del cemento devono essere protette dagli agenti atmosferici per evitarne le incrostazioni di legante con conseguenti variazioni della tara.
Il tempo di miscelazione nella mescolatrice fissa non deve essere inferiore ad un minuto calcolato alla fine del carico di tutti i componenti. Le mescolatrici fisse devono essere dotate di dispositivi che permettano il controllo del tempo di impasto o del numero di giri compiuti dal contenitore, e da un dispositivo che permetta il rilevamento della potenza assorbita dal motore con conseguente riferimento alla consistenza dell'impasto. Esse dovranno essere conservate prive di incrostazioni apprezzabili. L'usura massima tollerabile per le pale è del 10%, in altezza di lama, misurata nel punto di maggior diametro del tamburo.
La Direzione Lavori potrà consentire, per getti di piccolo volume, che la mescolazione del conglomerato venga effettuata con betoniere non centralizzate ovvero con autobetoniere, purché venga garantita la costanza del proporzionamento dell'impasto.
Nel caso di impiego di autobetoniere la durata della mescolazione deve corrispondere a 50 giri del contenitore, alla velocità di mescolazione dichiarata dalla casa costruttrice.
Tale mescolazione va effettuata direttamente in centrale, prima di iniziare il trasporto.
Le autobetoniere devono essere dotate di un dispositivo di misura del volume d'acqua, eventualmente aggiunto, con la precisione del 5% e di un dispositivo che rilevi la coppia di rotazione del tamburo.
Nelle strutture in conglomerato cementizio armato e comunque in tutte le strutture ove sia prevista l'armatura metallica è tassativamente proibito l'uso di anticongelanti di qualsiasi tipo.
L'impasto dovrà risultare omogeneo ed uniformemente coesivo in modo da poter essere trasportato e lavorato senza che avvenga la separazione dei componenti.
Il trasporto dei conglomerati dovrà essere eseguito con idonei mezzi atti ad impedire la separazione dei componenti ed in genere ogni possibilità di deterioramento del conglomerato stesso.
Sono ammessi ad esempio le autobetoniere, le benne a scarico di fondo, i nastri trasportatori, le pompe, ecc. E' tassativamente escluso il trasporto con autocarri a cassone ribaltabile.
Gli impasti dovranno essere mescolati in modo e per il tempo sufficiente da ottenere una massa omogenea. I tempi massimi che potranno intercorrere tra l'immissione del cemento nella betoniera e l'esecuzione del getto in opera saranno prescritti dalla Direzione Lavori.
Resta comunque inteso che tutte le operazioni sopra descritte dovranno avvenire secondo le sottoelencate Norme UNI:

206-1/79	12350-1/2001	12390-2/73	6128/72	12390-2/2002
12390-1/2002	6131/82	12390-3/2003	12390-5/2002	6134/72
6393/1988	12350-6/2001	12504-1/2002		

70.2.9. Impianto di betonaggio

L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, deve essere fatto con mezzi meccanici idonei e con l'impiego di impianti di betonaggio che abbiano in dotazione, dispositivi di dosaggio e contatori, tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti.
I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) debbono poter essere misurati a peso. E' ammessa anche la misurazione a volume dell'acqua e degli additivi solo per le opere di minore importanza e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.
I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi e delle varie classi degli inerti (sabbia fine, sabbia grossa, ghiaietto, ghiaia e ciottoli) debbono essere di tipo individuale. Solo quando approvato dalla Direzione Lavori i dispositivi di misura possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale).
I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

70.2.10. Armature metalliche

Oltre alla legislazione italiana in vigore, e in quanto non meno restrittive, dovranno osservarsi come obblighi, le

raccomandazioni ed i consigli del Comitè Europeen du Beton (Raccomandazioni internazionali per il calcolo e l'esecuzione delle opere di cemento armato normale e precompresso, edizione 1972 o eventuale nuova edizione più recente).
Per le barre tonde lisce di acciaio Fe B 22 K e Fe B 32 K, ogni partita di barre tonde lisce sarà sottoposta a controllo in cantiere.
I campioni saranno prelevati in contradditorio con l'Appaltatore e inviati a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'impresa ad un laboratorio ufficiale per esservi provati, sempre a spese dell'Appaltatore.
La Direzione Lavori darà il benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.
Nel caso di esito negativo si procederà come è indicato nelle norme regolamentari.
Per le barre ad aderenza migliorata di acciai Fe B 38 K e Fe B 44 K non controllate in stabilimento, si procederà al controllo in cantiere con le stesse modalità, oneri e prescrizioni di cui al tipo precedente.
Uguale controllo potrà essere chiesto dalla Direzione Lavori con prelevamento in cantiere, anche sulle barre controllate in stabilimento.
L'acciaio armonico per i conglomerati armati precompressi dovrà essere del diametro previsto in progetto, perfettamente calibrato e rispondente in ogni caso alle vigenti norme tecniche.
Le armature metalliche dovranno essere fissate nella posizione progettata con legature di filo di ferro agli incroci di tutte le barre e distanziatori che garantiscono la conservazione degli intervalli fra gli strati di barre e le loro distanze dai casseri.
Gli oneri derivanti da quanto summenzionato sono a completo carico dell’Appaltatore. Le legature saranno sempre doppie a fili incrociati e fortemente ritorti per la messa in tensione; non è quindi ammessa la legatura con un semplice filo posto in diagonale abbracciante i due tondi con un solo anello.
Il distanziamento degli strati di barre sovrapposte sarà ottenuto con spezzoni di tondino di diametro opportuno.
Anche detti distanziatori dovranno essere legati con le barre. L'immobilità delle armature durante il getto deve essere garantita nel modo più assoluto.
La Direzione Lavori procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare spostamenti o anche solo possibilità di spostamenti rilevanti degli elementi di armatura metallica.
Le barre sporche, unte o notevolmente arrugginite, devono essere accuratamente pulite prima della collocazione in opera; non debbono essere piegate a caldo.
Le giunzioni dei ferri non dovranno mai effettuarsi in zona tesa. In ogni caso, le giunzioni dei ferri dovranno essere sfalsate in guisa che ciascuna interruzione non interessi una sezione metallica maggiore di un terzo di quella complessiva e sia distante dalle interruzioni contigue per una distanza non inferiore a quella espressa dalla seguente relazione:

$$l = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_a}{\tau_d}$$

dove:

l distanza in oggetto in centimetri

σ_a tensione ammissibile nelle barre d'armatura e dipendente dal tipo di acciaio impiegato; espressa in kg/cmq.

τ_d tensione tangenziale di aderenza delle barre d'armatura, dipendente dal tipo di acciaio impiegato e dalla resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo, espressa in kg/cmq.

∅ diametro maggiore della barra d'armatura attigua, espressa in centimetri.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:
- saldature eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature; deve essere accertata la saldabilità degli acciai da impiegare e la compatibilità fra metallo base di apporto nelle posizioni e condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascun ferro; in ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve corrispondere al doppio della lunghezza espressa dalla precedente relazione e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa.

Negli elementi prevalentemente tesi (catene, tiranti, ecc.) è vietata la giunzione per sovrapposizione.
I ferri piegati devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore a quello espresso della "normativa sui conglomerati cementizi armati".
In linea generale, lo schema e la frequenza delle giunzioni dovranno seguire fedelmente le indicazioni dei disegni di progetto, salvo disposizioni diverse della Direzione Lavori.
Nei casi in cui sono ammesse, e previste, saldature, dovranno essere rispettate le seguenti norme:

- dovranno essere affiancati al ferro principale ed ai lati opposti due spezzoni dello stesso diametro del ferro principale e della lunghezza di 20 diametri aventi: lo stesso carico unitario di snervamento di quest'ultimo, requisiti di saldabilità (tipo S del comma 2.2.2.3 della tabella UNI 10027-1/1993) ed alto grado di insensibilità alla rottura fragile (tipo D del comma 2.2.2.1 della tabella prima citata).
- Tali spezzoni dovranno inoltre rispondere alle norme per l'acciaio per strutture saldate (part. 2.3. delle norme CNR-UNI 10011-97).

- Le saldature dovranno essere eseguite da personale patentato utilizzando elettrodi rivestiti (part. 2.4. delle norme CNR-UNI 10011-97).
- Tali elettrodi dovranno essere, salvo contraria disposizione della Direzione Lavori, del tipo basico e dovranno rispondere alle norme UNI 5132. In particolare dovranno avere resistenza 44 kg/mmq oppure 52 kg/mmq, secondo le prescrizioni, e dovranno essere di tipo L.
- La classe di qualità sarà 4; il tipo di rivestimento sarà B; le condizioni di alimentazione elettrica o il rendimento 11; le posizioni di saldatura 2.
- In ogni caso, prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni di saldatura per i tondi e i diametri di armatura che intende saldare.
- Una parte di detti campioni verrà sottoposta a prova di trazione fino a strappamento.
- Alla fine della prova le saldature non dovranno presentare tracce di apertura.
- La rimanente parte dei campioni rimarrà depositata presso la Direzione Lavori quali testimoni delle caratteristiche delle saldature da eseguire.

70.2.11. Posa in opera

I getti possono essere iniziati solo dopo che la Direzione Lavori abbia verificato gli scavi, le casseforme e le armature metalliche e prestabilite le posizioni e le norme per l'esecuzione delle riprese di getto.
La messa in opera del conglomerato deve avvenire in maniera tale che il calcestruzzo conservi la sua uniformità, evitando la segregazione dei componenti, curando che non vi vengano inclusi strati di polvere o rifiuti di qualsiasi natura e che il calcestruzzo non venga a contatto con elementi capaci di assorbire acqua senza che questi siano stati adeguatamente bagnati dal getto.
E' essenziale poi che il getto sia costipato in misura tale che si realizzi la compattezza del calcestruzzo, il riempimento dei casseri e l'avvolgimento delle armature metalliche.
Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio della presa, stendendolo in strati orizzontali.
Si devono evitare operazioni di getto per caduta libera, da altezze che possano provocare la segregazione dei componenti impiegando invece canalette a superficie liscia e tubi.
Durante il getto non si deve modificare la consistenza del calcestruzzo con aggiunta di acqua, e si deve altresì evitare ogni perdita della parte più fluida.
Il conglomerato sarà messo in opera a strati di spessore non maggiore di 15 cm qualora costipato a mano, e fino a 50 cm con l'impiego di adatti vibratori.
La costipazione a mano è da impiegare solo eccezionalmente e per giustificati motivi.
E' raccomandabile la vibrazione superficiale per le solette di spessore inferiore a 20 cm, e per la finitura di tutte le superficie superiori dei getti.
Ove vengano applicati i vibratori ai casseri si devono rinforzare opportunamente le casseforme stesse.
Dovrà essere assolutamente evitata la segregazione dei componenti del conglomerato; per questo esso dovrà essere sufficientemente consistente, e si dovrà evitare anche un'applicazione troppo prolungata.
I vibratori ad immersione devono essere immersi nel getto e ritirati evitando la formazione di disuniformità nel getto.
Lo spessore dello strato sottoposto a vibrazione e la distanza reciproca dei punti di immersione, devono essere scelti in funzione della potenza del vibratore.
Le superfici dei getti, dopo la sformatura, devono risultare lisce e piane, senza gibbosità, incavi, cavernosità, sbavature o irregolarità così da non richiedere alcun tipo di intonaco, né spianamenti o rinzaffi.
Le casseforme devono essere preferibilmente metalliche, oppure di legno rivestite di lamiera: possono essere tuttavia consentite casseforme di legno non rivestito, purché il tavolame e le relative fasciature e puntellazioni siano tali da poter ottenere i risultati suddetti.
La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, ha la facoltà di prescrivere, ove lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti con continuità senza interruzione di sorta, in modo da evitare riprese, e ciò senza che l'Appaltatore, per tale titolo, possa richiedere particolari compensi o maggiorazioni, anche se, per ottemperare agli ordini ricevuti, fosse stato necessario procedere a turni continuativi anche notturni e festivi.
Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere possibilmente previste in fase di progetto e conformate in modo che le superfici di interruzione risultino all’incirca perpendicolari alle isostatiche di compressione; in ogni caso dovranno essere decise ed eseguite sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori, con tutti gli accorgimenti atti ad assicurare la realizzazione della monoliticità delle strutture.
Tra le successive riprese di getto, non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta dosata a 6 qli di cemento per ogni mc di sabbia.
A posa ultimata deve essere curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi; il sistema proposto all’uopo dall’Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.
Ad ogni modo il calcestruzzo ed i casseri dovranno essere mantenuti umidi e protetti dall’irraggiamento solare diretto per almeno 10 giorni.
Comunque, si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i 35 °C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai 75 °C per tutto il periodo successivo, tenendo presente che la variazione di temperatura non deve superare i 20 °C/ora.
Durante il periodo di stagionatura i getti devono essere riparati dalla possibilità di urti.
L'impiego della stagionatura a vapore deve essere approvato dalla Direzione Lavori sulla base di proposte tecniche presentate dall’Appaltatore senza che lo stesso possa richiedere compenso alcuno.

Nel caso di getto contro terra il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua d'impasto.
Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.
Si consiglia un'opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie e pozzi, gunite per muri di sostegno).
I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.
La Direzione Lavori potrà richiedere che le strutture di conglomerato cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali di pietra, laterizi o di altri materiali da costruzione; in tal caso i getti devono procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento del rivestimento.

70.2.12. Finitura delle superfici del calcestruzzo

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto.
Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti.
La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi.
La vibratura dovrà essere ininterrotta per tutta la durata del getto.
In particolare dovrà essere curato il distanziamento della armatura in ferro dal fondo delle casseforme.
In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni.
Gli eventuali lavori da eseguire al fine di ottenere la rispondenza delle finiture superficiali al grado richiesto dai disegni saranno realizzati per mezzo di mano d'opera specializzata.
Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,50 m. Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione della Direzione Lavori.
La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F 1 si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F 2 si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 1 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F 3 si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento, irregolarità superficiali brusche 0,5 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F 4 si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche, irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

Si tenga presente che i calcestruzzi per quali è richiesta la finitura F 3 devono avere dosaggio di cemento non inferiore a 300 kg/m3.
E' facoltà della Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F 3 ed F 4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune degli impianti delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e lo sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto.
Salvo riserva di accettazione da parte della Direzione Lavori l'Appaltatore eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura.
In particolare per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F 3 e F 4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

70.2.13. Tolleranze sulle strutture dei getti

L'Impresa è tenuta ad osservare le tolleranze di seguito indicate.
Le opere od elementi strutturali che presentino rispetto alle dimensioni di progetto differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite, a giudizio della Direzione Lavori.
A conseguenza di ciò l'Impresa non può pretendere alcun indennizzo nè riceverà alcun compenso per i lavori di demolizione e rifacimento restando responsabile di ogni eventuale ritardo.

		altezza h	tot. max
a.	Variazione della verticale		
	superfici di pilastri, pareti, spigoli e giunti	sino a 3,0 m	0,5 cm
		sino a 6,0 m	1 cm
		sino a 15 m	2 cm
b.	Variazione di misure in altezza tra pavimento e soffitto	sino a 3 m	0,5 cm
		sino a 6 m	2 cm
c.	Variazione rispetto alle quote di progetto		1 cm
d.	Variazione di misure planimetriche nella posizione reciproca di travi e pareti	per h > 6 m	1 cm
		per h > 15 m	2,5 cm

70.2.14. Inserti a tenuta nei calcestruzzi

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc. che attraversano strutture di calcestruzzo contenenti acqua, dovranno essere posti in opere nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni nel contatto calcestruzzo-inserti. Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquido nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica.
La fornitura e posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Impresa.

70.2.15. Prove di tenuta delle vasche in cemento armato

Le prove di tenuta sono a carico dell'Impresa che provvede al riempimento della vasca e al relativo svuotamento per tutte le volte occorrenti ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.
Il primo riempimento della vasca è effettuato al ritmo di 36 m3/ora, e una volta raggiunto il massimo livello la vasca viene mantenuto piena per giorni otto consecutivi. Al termine del periodo si localizzano le eventuali perdite verificatesi, si provvede allo svuotamento nonché alla riparazione delle impermeabilizzazioni.
In seguito si riempie una seconda volta la vasca per altri otto giorni e si determinano le eventuali ulteriori perdite che non possono superare i 2 l per m2 di parete bagnata ragguagliata a 24 ore. Tali perdite inizialmente ammesse debbono diminuire del 30% ogni 24 ore successive.
In caso contrario si ripete nuovamente la prova fino al raggiungimento dell'esito favorevole.
Non si possono manifestare all'esterno della parete della vasca macchie dovute a porosità o infiltrazione.
L'acqua necessaria per le prove è fornita a cura e spese dell'Impresa. Il tempo occorrente per le prove non è compreso nel periodo a disposizione per l'esecuzione dell'opera e la sua durata è in relazione al numero delle prove occorrenti a discrezione della Direzione Lavori.
E' pure a carico dell'Impresa la disinfezione della vasca e di tutte le condutture od apparecchiature idrauliche ed elettroidrauliche, nonché il successivo lavaggio prima dell'inizio della utilizzazione.

70.2.16. Getti a bassa temperatura

Per i getti invernali in genere dovranno essere osservate le “Raccomandations pour le bétonnage en hiver stabilité” dal Sottocomitato della tecnologia del calcestruzzo del RILEM.
Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a 2 °C, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i 5 °C al momento stesso del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento, finche almeno il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza cubica di 50 kg/cm^2.
Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentire il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi ad indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto.
Qualora venga impiegata acqua calda per l'impasto, questa non dovrà superare la temperatura di 60°C.
Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà in contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio, ed eventualmente preriscaldate ad una temperatura prossima a quella del getto.

70.2.17. Getti in acqua

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento.
I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo, ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa essere eliminata con scalpellatura.
Pertanto, al momento del getto, il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre tenere particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine.
Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa.
Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

70.2.18. Conglomerati cementizi preconfezionati

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto alle caratteristiche generali qui prescritte per i calcestruzzi, e inoltre qualora non in contrasto in quelle alle Norme UNI EN 206-1/2001.
L’Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.), sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.
L'Appaltatore, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell’Ente Appaltante addetto alla vigilanza e la Direzione Lavori abbiano libero accesso al luogo di produzione del conglomerato, per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Appaltatore i rilievi ed i controlli dei materiali previsti nei paragrafi precedenti.

70.2.19. Armature, centinature, casseforme e disarmo

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e dei vari, l'Appaltatore, oltre che seguire i normali criteri dettati dalla scienza della costruzione e delle leggi e regolamenti vigenti, dovrà anche rispettare le norme e prescrizioni che gli venissero impartite dalla Direzione Lavori per quanto riguarda le sagome libere da lasciare nel caso di sovrappassi e sottopassi di strade, costruzioni esistenti od altro.
Per le opere di maggior importanza, ed in ogni caso quando la luce è superiore a 10 m, e quando il tipo o sistema da usare per armature, centinature e varo, non sia di prescrizione progettuale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori il progetto esecutivo corredato di relazione dettagliata con precisa descrizione del tipo di materiali che saranno usati nonché delle modalità e dei carichi di lavoro, delle strutture di sostegno e di varo che intende usare. Egli è inoltre tenuto ad introdurre tutte quelle modifiche ed aggiunte che saranno ordinate.
L'approvazione, le modifiche ed aggiunte delle strutture o sistemi da parte della Direzione Lavori nulla toglie della responsabilità e rispondenza alle leggi e norme e regolamenti vigenti. Fermo restando che egli è l'unico completo responsabile e che dovrà quindi rispondere civilmente e penalmente degli incidenti di qualsiasi natura ed importanza che avessero a verificarsi.
Nella costruzione delle armature e delle centinature l'Appaltatore dovrà prendere gli opportuni accorgimenti in modo da far si che il disarmo possa essere eseguito simultaneamente per tutte le parti della struttura.
Tutto ciò salvo diverse prescrizioni impartite dal progetto e dalla Direzione Lavori.
In ogni caso durante il disarmo od il varo dovranno essere prese disposizioni atte ad impedire che l'opera abbia a ricevere urti, scuotimenti e vibrazioni.
Resta comunque inteso che tutte le sopraddette lavorazioni dovranno essere conformi al D.P.R. 07/01/1956 capi 4°, 5° e 6°.
Le casseforme possono essere in legname, in pannelli metallici, in materiali fibrosi compressi, in legno compensato o di altro tipo purché siano state preventivamente sottoposte ed accettate dalla Direzione Lavori.
I casseri e le impalcature di sostegno dei getti di calcestruzzo devono avere una rigidezza sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei lavori ed in particolare le spinte del calcestruzzo fresco e le azioni prodotte dal suo costipamento.
In particolare si richiama l'attenzione sul pericolo di instabilità delle impalcature di sostegno, sulle pressioni localizzate agli appoggi, sulla qualità del terreno di fondazione, in specie in periodo di sgelo.
I casseri devono soddisfare alle condizioni di impermeabilità ed ai limiti di tolleranza definiti dal progetto esecutivo o indicati dalle normative specifiche, nonché presentare lo stato superficiale desiderato.
Comunque, salvo prescrizioni più restrittive, si consente che le deformazioni dei casseri siano tali da permettere variazioni dello spessore dei getti contenuto entro il 2%.
I casseri devono rispettare le controfrecce stabilite dal progetto esecutivo, per assicurare la forma corretta e definitiva delle opere, tenuto conto di tutti gli effetti (di carattere istantaneo o differito nel tempo) che tendono a farle variare.
Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscose), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precompresse le deformazioni conseguenti alla messa in tensione delle armature.
I casseri ed i loro controventi ed irrigidimenti dovranno essere disposti sulle opere di sostegno in modo che al primo disarmo, rimanendo sul posto le necessarie centine e puntelli, possano essere rimesse le sponde dei casseri stessi ed altre parti meno importanti senza pericolo che l'opera venga in qualche modo danneggiata.
Le casseforme in legno dovranno essere formate con tavole parallele a spigoli vivi e ben accostate. In caso di faccia vista la Direzione Lavori potrà richiedere, a suo insindacabile giudizio, che le tavole siano piallate unite tra loro a maschio e femmina. Per opere di piccola importanza non in vista e per strutture in fondazione la Direzione Lavori, sempre a suo insindacabile giudizio, potrà autorizzare l'uso di tavole grezze e non parallele.

In ogni caso, specialmente per le strutture in vista, le casseforme dovranno essere curate in modo che dopo il disarmo le superfici del getto risultino lisce e non presentino disuniformità e sbavature. Resta infatti stabilito che sulle strutture in conglomerato in genere ed in particolare sui conglomerati armati normali e precompressi non dovranno essere fatti intonaci, salvo per quei casi particolari in cui ciò fosse espressamente ordinato dalla Direzione Lavori.
I casseri devono essere costruiti in modo tale da permettere un’agevole pulizia prima del getto e non ostacolare la corretta messa in opera del calcestruzzo.
A quest’ultimo scopo devono presentare i necessari accorgimenti (smussi, sfiati e simili) atti a favorire la fuori uscita dell’aria durante e operazioni di getto e costipamento e consentire quindi un perfetto riempimento.
Prima dell'impiego dei casseri, si deve controllare che la geometria non sia variata per cause accidentali, in particolare per effetti termici.
Prima del getto, i casseri devono essere puliti in maniera da eliminare polvere o detriti di qualsiasi natura e abbondantemente bagnati se realizzati con materiali assorbenti l'acqua. Inoltre, è sconsigliabile trattare i casseri con prodotti che agevolino la scasseratura.
Questi prodotti non devono lasciare tracce indesiderate sulla superficie del calcestruzzo e devono permettere la ripresa dei getti e l'eventuale applicazione di ricoprimenti o rivestimenti.
Quando la portata delle membrature principali oltrepassi i 6 metri, si disporranno opportuni apparecchi di disarmo.
Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base; dovrà assicurarsi un’efficace ripresa e continuità di getto mantenendo bagnato il getto preesistente per almeno due ore, e mediante inserimento di un sottile strato di malta cementizia espansiva all'inizio delle operazioni di getto.
Il getto deve avvenire con l'impiego di un tubo di guida del calcestruzzo alla superficie del getto, in ogni caso non per caduta da un'altezza superiore a 1 metro.
Le eventuali irregolarità o sbavature saranno eliminate con lo scalpello, la martellina ed eventualmente riprese accuratamente con malta di cemento subito dopo il disarmo, sempre che tali irregolarità e difetti siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio riterrà tollerabili.
Gli eventuali ferri usati per la legatura delle casseforme, sporgenti dai getti finiti, dovranno essere tagliati qualche millimetro al di sotto della superficie finita. Il taglio dovrà essere fatto esclusivamente con mezzi meccanici e dovrà essere condotto in modo da non deturpare la faccia vista.
I tagli dovranno essere eseguiti subito dopo il disarmo. Gli incavi che fosse necessario fare, per provvedere ai tagli, dovranno essere accuratamente sigillati con malta di cemento antiritiro.
Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione Lavori.
Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, che utilizzerà, a tale riguardo, prove non distruttive del conglomerato, e verrà riportata nel Giornale dei Lavori.
Ciò va riferito in particolare modo alle opere che durante la costruzione fossero colpite dal gelo.
Al riguardo del disarmo, si dovranno tenere presente le seguenti modalità:

1) il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche;
2) in assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato, e in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, è opportuno osservare indicativamente i seguenti tempi minimi di disarmo:

Per getti eseguiti con conglomerati di cemento normale:
- sponde dei casseri di travi e pilastri: 3 giorni;
- armature di solette di luce modesta: 10 giorni;
- puntelli e centine di travi, archi e volte, ecc.: 24 giorni;
- strutture a sbalzo: 28 giorni.

Per getti eseguiti con conglomerato di cemento ad alta resistenza:
- sponde dei casseri di travi e pilastri: 2 giorni;
- armatura di solette di luce modesta: 4 giorni;
- puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc.: 12 giorni;
- strutture a sbalzo: 14 giorni.

Durante i getti e le stagionature di tutte le opere di maggior importanza e comunque per tutte le opere che prescriverà la Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere ad installare e a mantenere in esercizio, nei punti che saranno indicati dalla Direzione Lavori, igrometri e termometri registratori. I relativi diagrammi dovranno essere consegnati giornalmente e settimanalmente alla Direzione Lavori. Tali oneri di spesa sono a carico dell'Appaltatore.
Sarà ammessa la maturazione a vapore dei manufatti in calcestruzzo solo con autorizzazione esplicita della Direzione Lavori, dopo che l'Impresa avrà sottoposto alla stessa un programma operativo, la descrizione delle attrezzature impiegate e quant'altro necessario.
Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni, come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito la maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

70.2.20. Solai di cemento armato e laterizi o comunque alleggeriti

I solai misti in c.a. e laterizio di distinguono nelle seguenti categorie:
a) solai di cemento armato, con laterizi aventi funzione principale di alleggerimento;

b) solai di cemento armato, con laterizi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

Non saranno ammessi per strutture che non siano di semplice copertura, solai sprovvisti di cappa di calcestruzzo entro cui in ogni caso dovrà disporsi almeno una rete di tondi ∅ 5 con maglie di 25 cm.
Le frecce per i sovraccarichi permanenti ed accidentali non devono superare 1/500 della luce tenendo conto delle deformazioni differite.
I laterizi per strutture inflesse e presso-inflesse devono presentare alla frattura una pasta porosa pressoché uniforme, essere esenti da fessure, sfaldature, rigonfiamenti ed inclusioni calcaree.
Il laterizio non deve dar luogo ad efflorescenze che, dopo immersione in acqua a 20 °C per quattro giorni superino la comparsa di una sottile patina bianca alla superficie del pezzo.
Particolarmente limitato deve essere il contenuto di solfati.
Rispetto alle dimensioni dichiarate dal produttore, ed entro le norme di legge, si dovranno rispettare i seguenti limiti di tolleranza dimensionale

	tavelle, tavelloni, solette di cotto e solette miste		Blocchi, fondelli e spondali	
	A	B	A	B
Altezza (spessore)	+5	+3	+3,5	+2,5
Larghezza	+2	+1,5	+2[(1)]	+1
Lunghezza	+2	+1	+2,5	+1,5
rettilineità spigoli (in % della larghezza)	+1,5	+1	--	--
Planarità facce (in % delle diagonali)	+1,5	+1	--	--

A - Misure effettuate sul singolo pezzo
B - Media dei valori relativi a 10 pezzi (eventualmente ottenuta misurando direttamente 10 pezzi posti a contatto, in modo chela misura totale risulti aumentata da eventuali difetti di rettilineità e di planarità).
[(1)] Per i blocchi interposti, in ogni caso + 1,5%
Lo spessore delle membrane perimetrali dei blocchi di laterizio non deve essere inferiore ad 8 mm.
La percentuale di foratura:

$$F_I = 100 \cdot \frac{F}{A}$$

dove:
F area complessiva dei fori;
A area lorda della sezione delimitata dal suo perimetro esterno,

non dovrà superare i valori indicati dalle espressioni seguenti, dove h è l'altezza del blocco espressa in cm:
per blocchi collaboranti:

$$F_I \leq 60 + 0{,}625 \cdot h$$

per blocchi di alleggerimento:

$$F_I \leq 60 + 0{,}70 \cdot h$$

inoltre in ogni caso dovrà risultare

$$F_I \leq 75\%$$

Nei blocchi collaboranti, l'altezza della zona rinforzata costituente soletta dovrà avere uno spessore non inferiore ad 1/5 dell'altezza del solaio; qualora quest'ultima superi i 25 cm, lo spessore della zona rinforzata potrà essere limitato a 5 cm. Per detta zona rinforzata la percentuale di foratura non dovrà superare il 50%. Non sono ammesse solette di cotto o cotto armato. Per le solette miste in cotto e calcestruzzo, l'altezza non deve essere inferiore a 5 cm e la percentuale di foratura relativa a qualsiasi sezione verticale sia parallela che perpendicolare alla direzione di foratura non deve risultare superiore al 50%.

70.2.21. Strutture in calcestruzzo armato precompresso

Le norme di calcolo ed esecuzione dovranno adeguarsi alla legislazione italiana e in quanto non meno restrittive, alle raccomandazioni ed ai consigli del Comitè Europeen du Beton (Raccomandazioni internazionali per il calcolo e l'esecuzione delle opere di cemento armato normale e precompresso, edizione 1972 o eventuale nuova edizione più recente).

70.2.22. Controlli e prove

La Direzione Lavori preleverà i campioni di materiali e di conglomerato cementizio per sottoporli ad esami e prove di laboratorio con frequenza non inferiore a quella di cui all'allegato 2 del D.M. 14 febbraio 1992 o successivi Decreti Ministeriali d'aggiornamento.

I controlli sui conglomerati cementizi, prelevati con le modalità indicate nei punti 2 e 2.2. delle norme UNI 12350-1/2001saranno i seguenti:

1) per la consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI EN 206-1/2001;
2) per il dosaggio del cemento, da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-88 e 12350-6/2001 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione);
3) sul conglomerato cementizio confezionato in cubetti da sottoporre a prove per la determinazione della resistenza caratteristica secondo quanto riportato nell'allegato 1 del D.M. 30 maggio 1974 ed in particolare sulla base delle norme UNI 12390-2/2002 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI 12390-1/2002 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme e UNI 12390-3/2003 per la determinazione propria della resistenza a compressione;
4) la Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio, con decisione motivata, anche da strutture già realizzate e stagionate.

70.2.23. Collaudo

Le operazioni di collaudo comprendono il controllo del grado di sicurezza inserito nelle operazioni di progetto, da effettuare con verifiche delle ipotesi, della corrispondenza con i dati del progetto, l'esecuzione delle prove di carico e ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.
Le opere non possono essere poste in servizio prima che siano state assoggettate a prove di carico.
Queste non possono avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista.
Il loro programma dovrà essere sottoposto al Direttore dei Lavori e al Progettista, e notificato all’Appaltatore.
Le prove di carico si svolgeranno con le modalità indicate dal Collaudatore, e con gli appostamenti e le norme di sicurezza decise dal Direttore dei Lavori che assumerà la responsabilità delle operazioni.
I carichi di prova saranno di regola quelli di progetto e la durata di applicazione degli stessi non sarà inferiore a 24 ore.
Di ogni prova di carico sarà redatto un certificato che sarà sottoscritto dal Collaudatore, dal Direttore dei Lavori e dall’Appaltatore.
Quando le opere debbano essere ultimate prima della nomina del Collaudatore, le prove di carico saranno eseguite dal Direttore dei Lavori, che ne redigerà certificato sottoscrivendolo assieme all’Appaltatore. E' in facoltà del Collaudatore effettuare controlli su tali prove precedentemente eseguite ed eventualmente integrate a suo criterio.
La lettura degli apparecchi di misura, sia sotto carico che allo scarico, sarà proseguita fino a valore praticamente costante (salvo l'influenza degli effetti termici).
L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotte lesioni o dissesti che compromettano la sicurezza e la conservazione dell’opera;
- la freccia permanente dopo la prima applicazione del carico massimo non superi 1/3 di quella totale, ovvero, nel caso che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura è in grado di raggiungere un buon comportamento elastico.

L'onere di tutte le prove suddette è a totale carico dell'Appaltatore.

Art. 71 – TINTEGGIATURE, VERNICIATURE

Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature, ecc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.
La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.
L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore, la temperatura ambiente non dovrà superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C con un massimo di 80% di umidità relativa.
In ogni caso le opere eseguite devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.
Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.
Nelle opere di tinteggiature eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione, si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) od una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.
La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

Art. 72 – CADITOIE STRADALI

72.1. Generalità

Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.
Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.
La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.
Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).
Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della **UNI EN 124** – *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità* – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronomamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:
– Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni
– Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano
– Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
– Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli
– Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggetti a transito di veicoli pesanti
– Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggetti a transito di veicoli particolarmente pesanti.

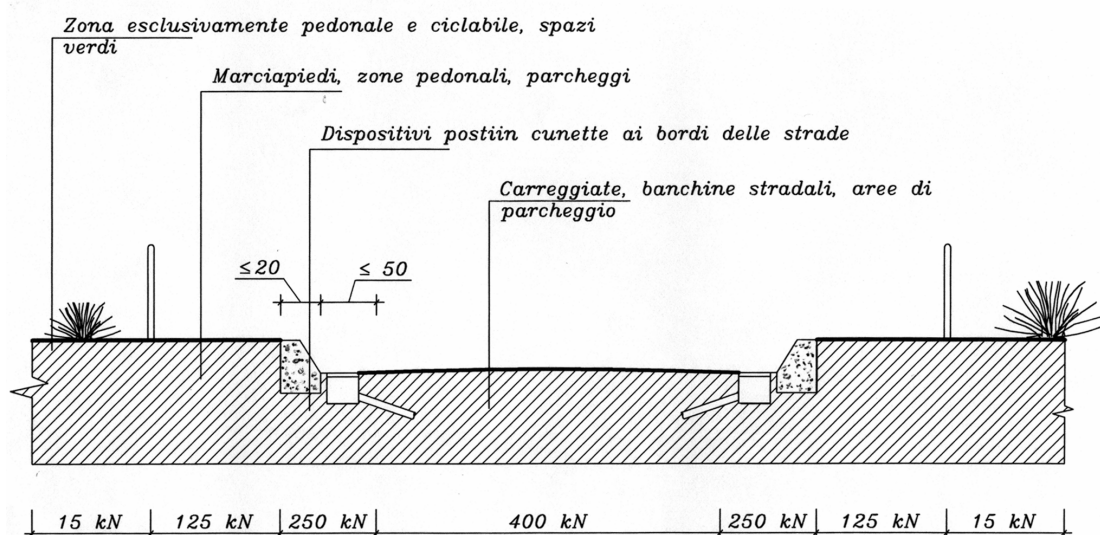



Figura 40.1. – *Zone di impiego delle diverse classi di chiusini e caditoie stradali*

72.2. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124.**
Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.
I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.
I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kq di cemento tipo 325 per m^3 d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.
Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.
I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.
Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.
Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

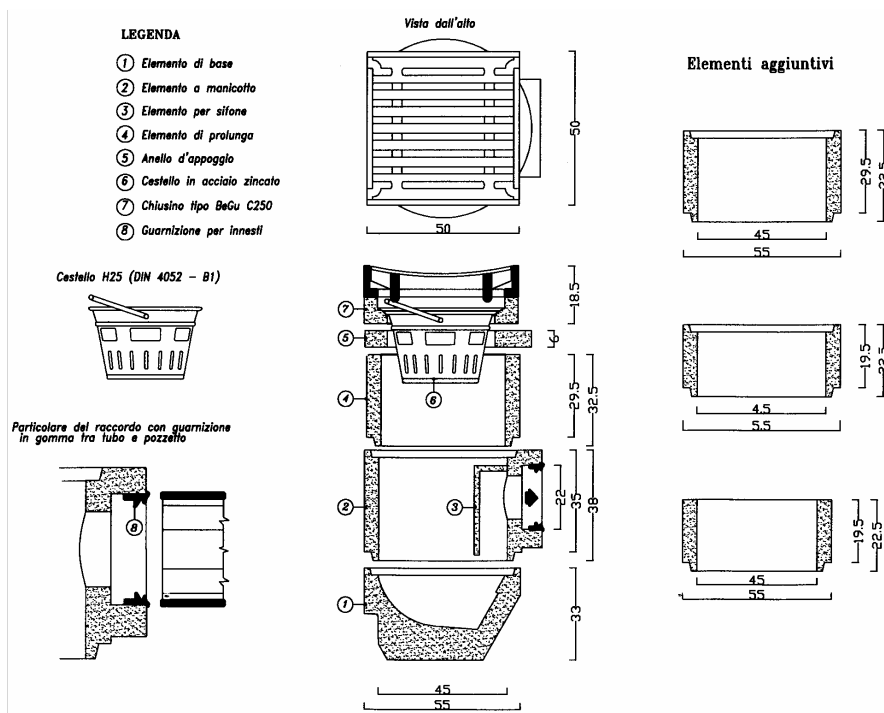



Figura 40.2. – *Esempio di caditoia stradale in cls vibrato con chiusino Be Gu (con accumulo di fanghi e sifone)*

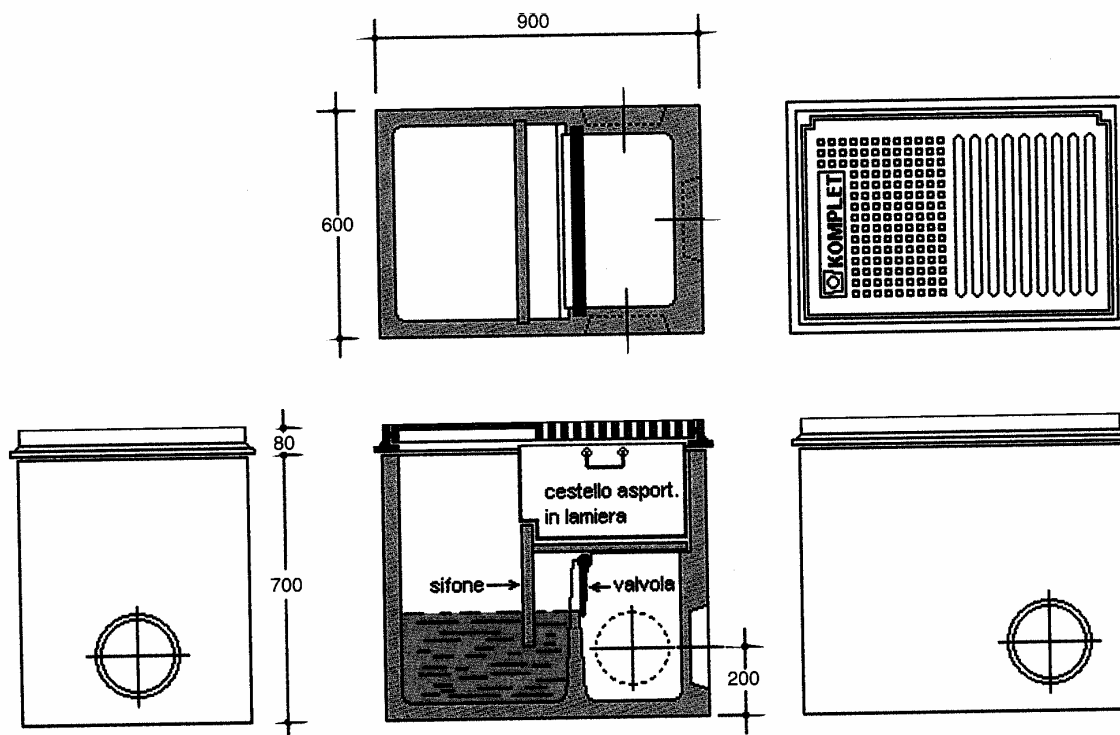



Figura 40.3. – *Esempio di caditoia stradale in cls vibrato*

72.3. Materiali

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:
1) ghisa a grafite lamellare
2) ghisa a grafite sferoidale
3) getti in acciaio
4) acciaio laminato
5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
6) calcestruzzo armato.
L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.
La citata norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:
1) ghisa a grafite lamellare
2) ghisa a grafite sferoidale
3) getti in acciaio.
Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.
I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della **UNI EN 124**.
Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme **DIN 4281**, pari ad almeno 45 N/mm^2, nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm^2 nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm^2.
Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.
Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

72.4. Marcatura

Secondo il punto 9 della **UNI EN 124**, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:
– la norma UNI
– la classe o le classi corrispondenti
– il nome e/o la sigla del produttore
– marchio dell'eventuale ente di certificazione
– eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della **UNI EN 124**
– eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della **UNI EN 124**.

72.5. Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.
I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.
Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della **UNI EN 124**.

72.5.1. Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

72.5.2. Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 80 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotati di idonee equipaggiamento.

72.5.3. Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta non si per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

72.5.4. Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

72.5.5. Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della **UNI EN 124**.
La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

72.5.6. Fessure

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

72.5.7. Cestelli e secchi scorificatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.
Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell’acqua e l’aerazione.

72.5.8. Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell’1%.
Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdrucciolevoli e libere da acque superficiali.

72.5.9. Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l’apertura dei coperchi.

72.5.10. Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.
Nel caso sia prevista l’installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.
Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 q di cemento tipo 425 per m^3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.
La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.
Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m^3 d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.
Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.
I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.
Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Art. 73 – CAMERETTE D'ISPEZIONE

73.1. Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto esecutivo ed in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono disposti lungo l’asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

73.2. Caratteristiche costruttive

I pozzetti d’ispezione devono essere muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d’acqua dalle pareti dei pozzetti.
I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d’accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m.

73.3. Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.
Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.
La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.
I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati chiusini provvisti di fori d’aerazione (chiusini ventilati).

73.3.1. Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.
Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.
Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrapressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.
Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma **DIN 4034**.

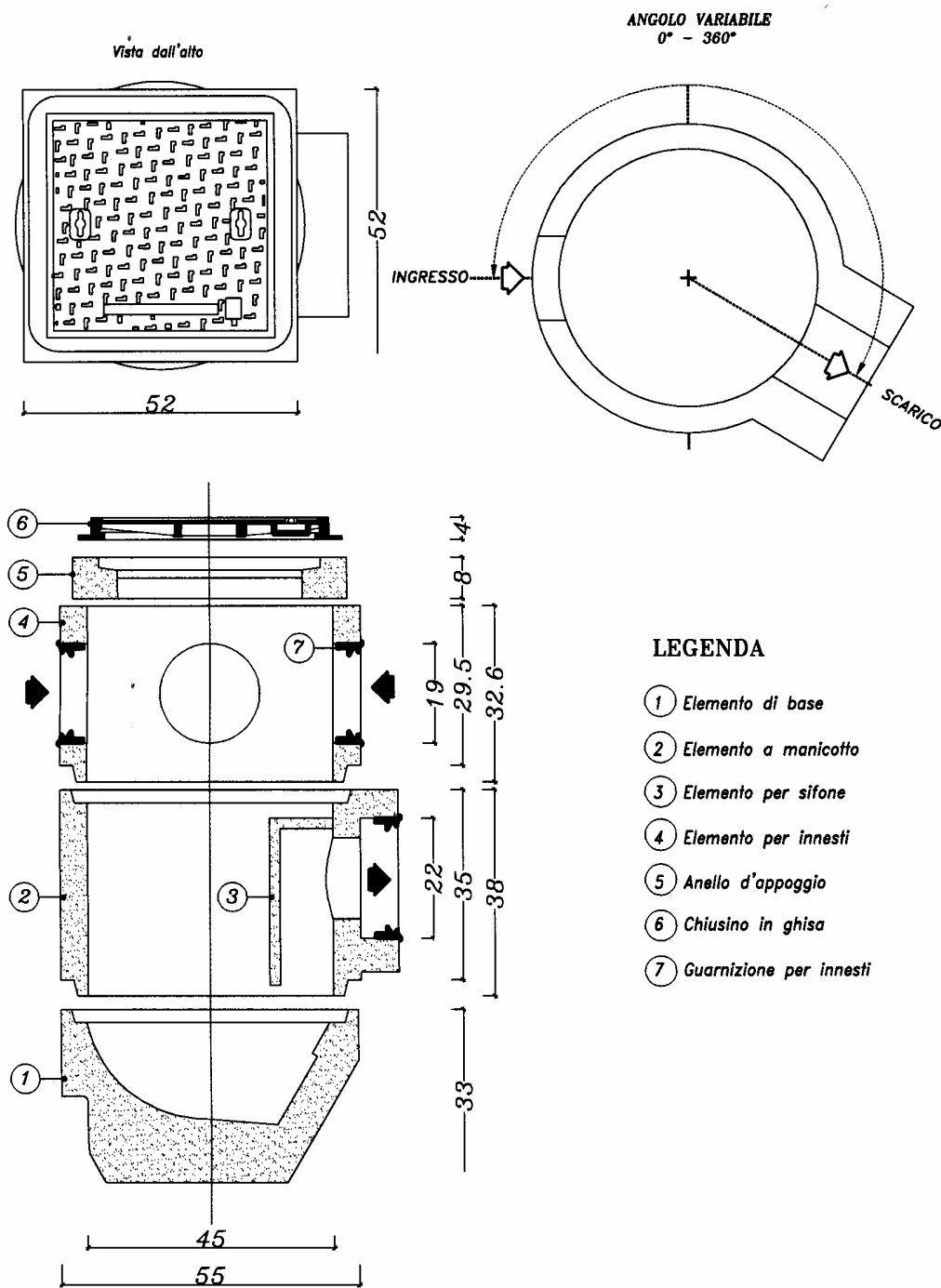



Figura 44.1. – *Pozzetto in cls vibrato per allaccio utenze tipo Giro (con accumulo di fanghi e sifone)*

73.3.2. Pozzetti realizzati in opera
I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.
Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.
Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento R = 325 dosato a 200 kg per m^3 di impasto per il fondo e a 300 kg per m^3 per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo R = 425 nel tenore di 300 kg per m^3. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.
La superficie interna del pozzetto se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.
I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.
L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

73.4. Collegamento del pozzetto alla rete
L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere od incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

73.5. Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)
I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.
Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza conseguendo dissipazione di energia.
Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

73.6. Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)
Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando così le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.
I pozzetti di lavaggio debbono essere ispezionabili con le caratteristiche di accesso e chiusura di cui al punto 71.3.1.
Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.
Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.
A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

Art. 74 – MANUTENZIONE E DOCUMENTAZIONE INERENTE GLI IMPIANTI

74.1. Piano di manutenzione
È obbligo della direzione dei lavori l'aggiornamento del piano di manutenzione delle opere e delle sue parti previsto dall'art. 16, comma 5 della legge n. 109/1994 e dall'art. 40 del Regolamento n. 554/1999.

74.2. Garanzie degli impianti
È a carico dell'appaltatore l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento.
Dovrà in ogni caso, riparare tempestivamente a sue spese i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali e per difetti di montaggio o funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che, a giudizio dell'amministrazione, non possano attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza del personale che ne fa uso.
Pertanto, se durante il periodo di garanzia, si verificasse un guasto la cui riparazione fosse di spettanza dell'appaltatore, oppure che le prestazioni degli impianti non mantenessero la rispondenza alle prescrizioni contrattuali, verrà redatto dall'amministrazione un verbale di avaria circostanziato che verrà notificato all'appaltatore.
Se l'appaltatore non provvedesse alla riparazione nel termine impartitogli dall'amministrazione, l'avaria verrà riparata e le prestazioni verranno ristabilite d'ufficio a spese dell'appaltatore stesso.
Il termine di garanzia relativo alle principali apparecchiature riparate o interessate alla mancata rispondenza od a quelle

parti che ne dipendano, viene prolungato per una durata pari al periodo in cui gli impianti non possano essere usati.
Con la firma del contratto l’appaltatore riconosce inoltre essere a proprio carico anche il risarcimento all’amministrazione di tutti i danni diretti che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali degli impianti fino alla fine del periodo di garanzia.
Per quanto non precisato nel presente capitolato speciale di appalto, si fa riferimento alle normative e/o consuetudini vigenti ed alle disposizioni del codice civile.

74.3. Addestramento del personale

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l’addestramento, il periodo di messa a punto, del personale dell’amministrazione addetto all’esercizio ed alla manutenzione degli impianti nei termini e nei tempi da concordare con la direzione dei lavori
Tale periodo può essere prolungato dopo il certificato di ultimazione dei lavori, qualora la direzione dei lavori giudichi necessario procedere ad ulteriori addestramenti del personale. In ogni caso il periodo di addestramento deve essere concluso entro un mese dall’ultimazione dei lavori.

74.4. Approvvigionamento dei materiali

Tutti i materiali relativi agli impianti devono essere approvvigionati nelle quantità necessarie per garantire la omogeneità delle forniture.
L’Impresa appaltatrice è tenuta ad accantonare parte delle forniture nella misura stabilita dalla direzione dei lavori come materiale di rispetto. L’appaltatore dovrà immagazzinare i materiali di rispetto nei locali indicati dalla direzione dei lavori o dall’amministrazione, sia nell’ambito del cantiere o in ambiti limitrofi.

Art. 75 – RIPRISTINI STRADALI

75.1. Compiti del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori dovrà accertarsi:
– della presenza in cantiere della prevista autorizzazione da parte del comune, rilasciata ai sensi dell’art. 27, comma 10 del D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 (Nuovo codice della strada – Titolo II – Della costruzione e della tutela delle strade);
– che gli scavi siano protetti con i prescritti sbarramenti, in conformità al Nuovo codice della strada (D.Lgs. 285/1992 – Titolo II – Della costruzione e della tutela delle strade);
– verificare, qualora fossero prescritte, il rispetto delle norme esecutive imposte dall’amministrazione comunale.

75.2. Termini per l’esecuzione dei ripristini

I ripristini stradali si eseguiranno non appena verificato il definitivo assestamento dei rinterri.
A tale scopo, si potrà assegnare all’appaltatore il termine – in aggiunta a quello fissato per l'ultimazione dei lavori – entro il quale devono essere compiuti i ripristini e riconsegnate in condizioni perfette le strade interessate dai lavori.
Qualora per particolari esigenze della circolazione o specifiche richieste dei proprietari delle strade lo richiedano, è in facoltà della direzione dei lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i rinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito. In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del rinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massicciata stradale.

75.3. Modalità di esecuzione

A richiesta della direzione dei lavori, l'appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.
La direzione dei lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, siano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei rinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai proprietari, la sagoma prevista.
Le pavimentazioni devono essere eseguite secondo le migliori tecniche e con materiali di buona qualità, nel rispetto delle prescrizioni contenute nei rispettivi articoli dell'elenco prezzi, specie per quanto riguarda gli spessori minimi.
Particolare attenzione dovrà porre la direzione dei lavori affinché i chiusini degli altri servizi pubblici siano posati con la superficie superiore perfettamente a filo del piano stradale definitivo e ben incastrati e fissati. In caso di modifica della quota originaria del piano stradale, tutti i chiusini preesistenti devono essere riportati in quota e opportunamente fissati.
Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, devono sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli artt. 1667 e 1669 del codice civile.

75.4. Disposizioni tecniche specifiche

Nella esecuzione dei ripristini e di tutte le opere di natura stradale in genere, devono essere osservate le disposizioni tecniche specifiche riportate nel presente capitolato speciale d’appalto:
1) le tracce dello scavo devono essere ben delineate;
2) gli scavi eseguiti in sede di carreggiata, prima del ritombamento, devono venire allargati in superficie in modo da permettere l’uso di un rullo compressore, per ottenere un adeguato costipamento del rinterro;
3) sarà cura dell’appaltatore allontanare immediatamente il materiale proveniente dagli scavi, evitando in particolare

l'eventuale accatastamento sull'area dei marciapiedi, che potrebbe causare pericolo per i pedoni;
4) il rinterro dovrà essere eseguito completamente con idoneo materiale arido (tout-venant) a strati consecutivi, non superiori a 30 cm, costipati con mezzi meccanici e bagnati a rifiuto sino all'allargamento dello scavo e quindi costipati con idoneo rullo compressore, sino al piano di posa della successiva pavimentazione in conglomerato bituminoso, o in pietra (in carreggiata), oppure in calcestruzzo (in sede di marciapiede);
5) in sede di carreggiata, per il ripristino di scavi, sopra il rinterro adeguatamente costipato, devono essere eseguiti due strati successivi di tout-venant bituminato per uno spessore complessivo reso di 13 cm, uno strato di conglomerato semiaperto – binder – per uno spessore reso di 10 cm ed uno strato di conglomerato chiuso – tappeto – per uno spessore reso di 3 cm, quest'ultimo per una larghezza pari alla sezione di scavo incrementata di 50 cm per lato;
6) il tappeto d'usura si dovrà estendere in modo da raccordare adeguatamente il ripristino dello scavo alla pavimentazione preesistente eliminando anche, se presenti, piccoli cedimenti laterali o danneggiamenti alla pavimentazione procurati dalle macchine operatrici impiegate per l'esecuzione dei lavori;
7) in sede di carreggiata, per il ripristino di scavi longitudinali e di tutti gli attraversamenti trasversali per posa di condotte, il cui intervento interessa una lunghezza superiore ai 50 m, il rinterro degli scavi, compresa la stesa del *tout-venant* bituminoso (spessore 15 cm) e del successivo strato di binder (spessore 10 cm) adeguatamente costipati, arriverà fino al filo dell'esistente pavimentazione;
8) il ripristino degli scavi in sede di marciapiede, il sottofondo in calcestruzzo ed il tappeto di usura della stessa natura di quello esistente, dovrà essere esteso per tutta la larghezza del marciapiede stesso, previa demolizione del sottofondo precedente;
9) l'uso del conglomerato bituminoso a freddo (stoccabile) dovrà essere limitato ai soli ripristini provvisori necessari per la rapida riapertura al traffico di piccole zone di strada (es. attraversamenti per allacciamenti, piccoli scavi);
10) sulle strade pavimentate con cubetti di pietra dovrà essere costruito un sottofondo di calcestruzzo, opportunamente dosato, dello spessore di 20 cm e con eventuali giunti di dilatazione. I cubetti di pietra, nuovi o di recupero, devono poggiare su un letto di sabbia di almeno 1 cm di spessore, posti in opera ad archi di cerchio secondo le norme tecniche e battuti con mazzeranga fino al loro completo assestamento. Dopo la posa completa dei cubetti, gli stessi devono venir sigillati, per la profondità di almeno 3 cm, con sabbia e cemento.

Art. 76 – RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

Art. 77 – OPERE STRADALI

77.1. Carreggiate

77.1.1. Preparazione del sottofondo

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla direzione dei lavori.
I piani di posa devono anche essere liberati da qualsiasi materiale d'altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.
Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'impresa, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.
A tal uopo dovrà quindi a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.
Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico e cioè quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'ANAS.
Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:
a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio
b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose, o limose
c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

77.1.2. Costipamento del terreno in sito

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:
a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
b) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo *a)*;
c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio.
Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m, si seguiranno le seguenti norme:
a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all’80% per rilevati aventi una altezza superiore a 3 m;
b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma *a)*;
c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto *c)* del cap. *A).*
In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

77.1.3. Modificazione della umidità in sito
L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell’umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all’aria previa disgregazione.
Qualora operando nel modo suddetto l’umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

77.2. Fondazioni
Quando occorra, la massicciata deve essere munita di una fondazione che, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, viene realizzata con una delle seguenti strutture:
a) in pietrame o ciottolami;
b) in misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia; o materiale prevalentemente sabbioso;
c) in materiale di risulta, come i prodotti di recupero delle demolizioni di precedenti massicciate o di costruzioni edilizie, i detriti di frantumazione, le scorie, le ceneri, ecc., purché nei materiali di risulta dalle demolizioni non esistano malte gessose;
d) in terra stabilizzata.

77.2.1. Fondazione in pietrame e ciottolati
Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolati entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, devono costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di 15 m, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso, bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.
Ove la direzione dei lavori, malgrado l’accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia sia provveduto alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista allo scopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.
Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l’impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.
A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o del pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.
Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per le condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno, uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

77.2.2. Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia
Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia devono essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.
Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l’acqua non arrivi al sottofondo.
Le cilindrature devono essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.
Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l’acqua.

77.3. Massicciata
Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli e di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme per il confezionamento del calcestruzzo, o da dimensioni convenientemente assortite.
Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoloni di elevata durezza, da impiegare per la formazione del pietrisco, in

modo da evitare che si determinino fratture nell’interno dei singoli pezzi di pietrisco.
La direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell’impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla direzione dei lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.
Il materiale di massicciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica od in cataste pure geometriche, sui bordi della strada od in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettifilo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nel precedente punto 48.2; e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso punto 48.2 sarà stabilito dalla direzione dei lavori.
Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale devono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 4» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.
Per la formazione della massicciata il materiale, dopo la misura deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriole o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.
L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.
Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama dei vari elementi sotto un traffico moderato.

77.3.1. Cilindratura delle massicciate

Per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrature da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all’uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.
Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km/h.
Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a 14 tonnellate, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.
I compressori saranno forniti a piè d'opera dall’impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'amministrazione).
Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l’impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.
Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.
Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.
Non si devono cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm, misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.
Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrature queste vengono distinte in tre categorie:
1) di tipo chiuso
2) di tipo parzialmente aperto
3) di tipo completamente aperto;
a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.
Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrature in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.
La cilindratura di tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell’acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.
Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si devono aprire frequenti tagli nelle banchine creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l’esterno.
La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate. Le cilindrature di tipo

chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindratura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richieda o non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza, in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindrato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazione di pavimentazioni di altro tipo (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.
La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:
a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm) e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare al disopra della zona suddetta di 12 cm, devono eseguirsi totalmente a secco;
b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.
Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.
L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati potessero rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.
La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate. Il tipo di cilindratura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbano proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo o a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i leganti suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).
La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.
La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra di loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, comunemente prescritte per le massicciate per supporto di rivestimento di notevole spessore; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento in penetrazione.

77.4. Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.
La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limiti che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo in condizioni particolari, secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzie che né la sovrastruttura si disgreghi né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d’argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 ed un CBR saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che devono essere sopportati per il traffico (max kg 8/cmq previsto per pneumatici di grossi automezzi dal nuovo codice della strada) mediante la prova di punzonamento CBR (*California bearing ratio*) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.
Il materiale granulometrico tanto che sia tout venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla, deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procede al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante i motograders ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali si compatta lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.
Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'impresa sarà tenuta a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l’analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (CBR) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.
Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'impresa alla direzione dei lavori dovrà essere dotato di:
a) serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie ASTM 10, 20, 40, 80, 140, 200

b) un apparecchio Proctor completo
c) un apparecchio per la determinazione della densità in posto
d) una stufetta da campo
e) una bilancia tecnica, di portata di 10 *kg* ad approssimazione di un grammo.

77.5. Criteri per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento

Per l’esecuzione di tale tipo di sovrastruttura i lavori devono svolgersi nel seguente modo:
a) prima di spargere il cemento, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;
b) il cemento dovrà essere distribuito uniformemente nelle quantità richieste ed il lavoro dovrà essere di soddisfazione piena della direzione dei lavori;
c) l'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla direzione dei lavori per la miscela terra e cemento;
d) ad avvenuta uniforme miscelazione della terra acqua cemento, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla direzione dei lavori;
e) la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla direzione dei lavori;
f) dopo che la sovrastruttura di terra-cemento sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta in superficie per un periodo di sette giorni con sabbia o con stuoie, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.
Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della direzione dei lavori. Il macchinario che non sia di gradimento della direzione dei lavori non potrà essere impiegato.
Il cemento da impiegarsi dovrà essere quello normale ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595 – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici
La direzione dei lavori potrà autorizzare l’uso di cemento pozzolanico o di altoforno, che corrispondano alle norme vigenti.
Il cemento dovrà essere consegnato in sacchi sigillati portanti scritto il marchio di fabbrica della cementeria. Ogni sacco dovrà essere in perfette condizioni al momento della consegna.
Il cemento dovrà essere depositato in luoghi asciutti al riparo dalla pioggia e dalle intemperie. Tutto il cemento che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorato o conterrà impurità sarà rifiutato.
L’acqua da impiegarsi dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.
Il dosaggio del cemento nella miscela terra-cemento sarà stabilito in base alle caratteristiche della terra. Di norma la percentuale varierà dal 4 al 14% in peso sul peso secco del materiale ovverosia dal 6 al 16% in volume sul volume della miscela costipata.
Il minimo dosaggio del cemento da usare è quello che corrisponde ai seguenti requisiti:
a) dia perdite di peso per la miscela terra-cemento rispetto al peso iniziale dopo 12 cicli di imbibizione ed essiccamento (eseguiti secondo la prova AASHO-T 135/45) e dopo 12 cicli di gelo e disgelo (eseguiti secondo la prova AASHO-T 136/45) compresi, a seconda dei gruppi di appartenenza delle classificazioni AASHO DM 145-49 nei seguenti limiti:
– terre dei gruppi A_{ia}, A_{ib}, A_3, A_{2-4}, A_{2-5}; non oltre il 14%
– terre dei gruppi A_{2-6}, A_{2-7}, A_4, A_5; non oltre il 10%
– terre di gruppi A_6, A_{7-5}, A_{7-6}; non oltre il 7%;
b) dia variazione di volume durante i cicli di imbibizione ed essiccamento, o di gelo o disgelo, non superiore al 2% del volume dei provini all'atto della confezione;
c) dia contenuti di umidità, durante i cicli di imbibizione ed essiccamento, o di gelo o disgelo, non superiori alla quantità che può totalmente riempire i vuoti dei campioni all'atto della confezione;
d) dia resistenza alla compressione in proporzione crescente col trascorrere del tempo e con l'aumento del dosaggio del cemento nei limiti di quei dosaggi che producono risultati rispondenti ai requisiti specificati ai punti *a, b, c* più sopra specificati.
L’attrezzatura di cantiere dovrà essere integrata come segue:
a) spargitori di cemento equipaggiati con sistemi di proporzionamento e distribuzioni tali da assicurare che lo spargimento venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e devono assicurare la distribuzione con una tolleranza massima del 4% della quantità teorica richiesta per metro quadrato;
b) sarchiatori regolabili per rimuovere le superfici costipate;
c) spazzolatrici automatiche o del tipo trainato da impiegarsi nei lavori di rifinitura.
Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le analisi e prove previste, anche le seguenti:
a) determinazione della rispondenza delle caratteristiche del cemento alle norme di accettazione in vigore
b) determinazione del contenuto in cemento
c) determinazione dei tempi di presa del cemento.
I lavori potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a 4°C ed il tempo non sia piovoso o molto nebbioso.
Il terreno da stabilizzare con detto sistema dovrà essere accuratamente preparato secondo le sagome, le inclinazioni previste dal progetto prima di provvedere allo spargimento del cemento.
La miscela terra-cemento si potrà considerare sufficientemente polverizzata quando l’80% del terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm). Se la normale procedura di miscelazione non dovesse

dare questo grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà fare una polverizzazione preventiva prima di spargere il cemento onde assicurare il raggiungimento di tali requisiti nella finale miscelazione dell'impasto.
La quantità indicata di cemento richiesta per tutta la profondità del trattamento dovrà essere uniformemente distribuita sulla superficie in modo soddisfacente per la direzione dei lavori. Il cemento dovrà essere sparso solamente su quella parte del terreno che si prevede di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stato sparso di fresco il cemento fino a quando questo non sia stato miscelato col terreno.
Immediatamente dopo che il cemento è sparso, il macchinario per la stabilizzazione dovrà muoversi per polverizzare il terreno mescolando il cemento ed aggiungendo la richiesta quantità d'acqua attraverso le barre spruzzatrici a pressione. Il macchinario dovrà infine provvedere allo spargimento della miscela ottenuta su tutta la larghezza del trattamento in modo che sia pronta per essere costipata con idonea attrezzatura indicata dalla direzione dei lavori.
La percentuale di umidità nella miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla direzione dei lavori e non maggiore del 2% circa di tale ottimo. Questa umidità ottima indicata sarà quella che dovrà risultare a miscela completata e sarà determinata con uno dei metodi rapidi prestabiliti dalla direzione dei lavori o con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità. Sarà responsabilità dell'impresa di aggiungere l'appropriata quantità di umidità alla miscela.
La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla direzione dei lavori, fino al raggiungimento della densità indicata di volta in volta dalla direzione dei lavori stessa.
La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei mezzi costipanti dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa del cemento.
Dopo che la miscela sarà stata costipata ed in alcuni casi prima che il costipamento sia stato portato a termine, la superficie del terreno dovrà essere livellata secondo le sagome e le inclinazioni indicate in progetto.
L'umidità contenuta nella miscela dovrà essere mantenuta all'ottimo prestabilito fino al termine delle operazioni.
Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna interruzione delle operazioni di lavoro, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.
Dopo che la sovrastruttura sarà ultimata secondo le norme suindicate, essa dovrà venire immediatamente protetta in modo da preservare la miscela da perdite di umidità durante il periodo di sette giorni, ad esempio, mediante l'uso di sabbia umida, di sacchi bagnati, di paglia umida, o di emulsione bituminosa.
Il traffico potrà essere aperto solo dopo sette giorni e, dopo tale termine, potrà essere applicato l'eventuale rivestimento superficiale.

77.6. Criteri per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso

In detto tipo di sovrastruttura la massima dimensione degli elementi lapidei facenti parte del terreno non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato stabilizzato.
Il terreno dovrà essere libero da materie organiche, radici, ecc., e, di norma, dovrà avere la seguente composizione granulometrica:

Tabella 48.1. – **Composizione granulometrica della terra stabilizzata**

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
n. 4 (4,76 *mm*)	50 o più
n. 40 (0,42 *mm*)	da 50 a 100
n. 200 (0,074 *mm*)	non più di 35

La frazione passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido inferiore a 30 e un indice di plasticità inferiore a 10.
Norme particolari verranno impartite dalla direzione dei lavori qualora si debbano stabilizzare terreni dei seguenti tipi:
a) terreni ad elevato limite di plasticità;
b) sabbie pure.
I leganti bituminosi potranno essere costituiti da bitumi flussati del tipo a rapida o media maturazione oppure da emulsioni bituminose di tipo stabile approvate dalla direzione dei lavori.
Il dosaggio di legante bituminoso da aggiungere al terreno verrà stabilito dalla direzione dei lavori.
L'acqua da usarsi dovrà essere esente da qualsiasi sostanza organica, da acidi, da alcali, ecc.
La campionatura del materiale costituente il terreno che entra a far parte della miscela dovrà essere prelevata ad intervalli di 150 m almeno su ciascun tratto di strisce da lavorare.
Campioni rappresentativi della struttura ultimata devono essere prelevati almeno ogni 40 m per la determinazione in laboratorio del contenuto di legante bituminoso.
Tutto il macchinario destinato alla polverizzazione del terreno, all'applicazione del legante bituminoso, al costipamento ed alla rifinitura secondo le presenti norme dovrà avere l'approvazione della direzione dei lavori. Tale attrezzatura sarà costituita da:
1) macchine stabilizzatrici che potranno essere dei seguenti tipi:
a) tipo che scarifica, polverizza il terreno e lo miscela in unica passata col legante bituminoso, lasciando la miscela depositata dietro di sé e pronta per le successive operazioni di aereazione, livellamento e costipamento;
b) tipo che effettua il proporzionamento e il miscelamento del materiale in mucchi lasciando la miscela ad avvenuta lavorazione sempre in formazione di mucchi e pronta per le successive operazioni di stesura, aereazione, livellamento e costipamento.
Entrambi i tipi suindicati devono essere in grado di assicurare l'aggiunta di legante bituminoso con la precisione dello

0,5% sulle quantità prestabilite.
2) attrezzature sussidiarie costituite da:
a) serbatoi mobili per il legante bituminoso;
b) autobotti per acqua;
c) motolivellatrici;
d) frangizolle o macchine adatte per rimiscelare il materiale per il caso che non si intenda di impiegare per l'aereazione la stessa attrezzatura usata per la formazione della miscela;
e) terne di rulli a pie' di pecora capaci di sviluppare la pressione specifica all'estremità dei piedi che verrà stabilita dalla direzione dei lavori;
f) carrelli pigiatori gommati a ruote multiple aventi le caratteristiche di carico per ruota e di pressione specifica che verranno stabilite dalla direzione dei lavori;
g) rulli lisci del peso che verrà stabilito dalla direzione dei lavori;
h) spazzolatrici.
Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le prove previste nei precedenti articoli, anche le seguenti:
a) determinazione della percentuale di acqua nelle emulsioni bituminose;
b) determinazione della percentuale di bitume nella miscela terra-bitume;
c) determinazione della stabilità della miscela terra-bitume (Hubbard-Field, o apparecchiatura similare);
d) determinazione della viscosità Engler.
L'impresa è tenuta a mettere la direzione dei lavori in condizioni di poter seguire eventuali altre prove che essa, direzione dei lavori dovesse richiedere presso il laboratorio centrale dell'Impresa o presso quel laboratorio a cui l'Impresa affida l'esecuzione delle analisi.
Prima dell'aggiunta del legante bituminoso si dovrà mettere il terreno in condizione di avere un contenuto di umidità inferiore al 4% in peso del peso secco del materiale e dovrà essere regolato con essiccazione o con aggiunta di acqua a seconda dei dosaggi stabiliti dalla direzione dei lavori.
Il terreno, ad esclusione degli elementi lapidei dovrà essere polverizzato fino a che l'85% passi attraverso il setaccio da 3/8" (9,52 mm) e non meno del 75% passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm).
Non si dovrà procedere alla costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso durante periodi eccessivamente freddi o umidi senza autorizzazione scritta della direzione dei lavori.
Il legante bituminoso non dovrà essere applicato qualora la temperatura ambiente sia inferiore a 10°C Le temperature alle quali devono essere portati eventualmente i leganti bituminosi verranno, a seconda del tipo di legante usato e a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, stabilite di volta in volta dalla direzione dei lavori.
Dopo che il terreno sarà miscelato col legante bituminoso, la miscela dovrà essere aereata fino a raggiungere un contenuto di umidità non superiore al contenuto ottimale, stabilito dalla direzione dei lavori per un appropriato costipamento. Il sistema per ridurre il contenuto di umidità della miscela è quello di procedere alla aereazione effettuata con motolivellatrici, aratri a dischi, mescolatrici di terreno, rastrelli, frangizzole e le stesse macchine stabilizzatrici.
Per il costipamento potranno usarsi oltre le macchine più sopra indicate, anche, se richiesto dalla Direzione dei lavori, rulli vibranti del tipo che verrà indicato dalla direzione dei lavori stessa.
A sovrastruttura ultimata, dopo 48 ore, dovrà essere protetta la superficie con l'applicazione di un velo legante bituminoso dello stesso tipo usato per formare la miscela in quantità generalmente equivalente alla spalmatura di seconda mano dei trattamenti superficiali (circa 0,5 kg/mq).

77.7. Bitumi

77.7.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo

Quando si voglia eseguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adopererà per la prima mano *kg* 1,500/mq di bitume a caldo, e per la seconda mano kg 0,800/mq con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

77.7.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame

Le norme generali di applicazione stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.
Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.
Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo.
Ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.
Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento essa non sia inferiore a 120°C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzazioni sotto pressione e successivamente disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.
La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di kg 1,500 per mq, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/mq o di emulsione bituminosa in ragione di kg 1,200/mq.
Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.
Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezza da 50 a 100 m, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambientale, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di un mc per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.
Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

77.7.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo
Preparato il piano stradale con cilindratura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con innaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di kg 2,500/mq in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l’esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.
Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 litri per mq provvedendo poi alla cilindratura in modo da ottenere il totale costipamento della massicciata, i cui interstizi devono, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.
Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'impresa dovrà provvedere ad eliminare a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.
Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con kg 1,200 per mq di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento litri 15/mq di pietrischetto e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1.500 kg/cmq e coefficiente di qualità Deval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindratura sino ad ottenere un manto uniforme.

77.7.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo
L’esecuzione del pavimento a penetrazione, o a bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi. Essa presuppone l’esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato, all’atto dell'impianto dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindrature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l’esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria qualità di materiale di saturazione.
Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli, ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Deval non inferiore a 14.
Si eseguirà quindi una prima cilindratura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta tra $1/150^{mo}$ e $1/200^{mo}$ della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.
Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150° e i 180° centigradi in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massicciata e l’esatta ed uniforme distribuzione della complessiva quantità di kg 3,500 per mq. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.
Quando l’ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindratura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi devono in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.
Sarà cura dell'Impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione normalmente non maggiore di 60 ÷ 80 mm nei climi caldi; da 80 ÷ 100 mm nei climi freddi.
Qualora durante e dopo la cilindratura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume e minuto pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.
Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di kg 1,200/mq con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.
Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume, e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 litri per mq circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.
Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l’impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.
L'Impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor che la strada sia stata aperta al traffico.

77.7.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, e, in alcuni casi, anche con additivo, leganti con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.
Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si devono impiegare come aggregato grosso per manti d'usura materiali ottenuti da frantumazioni di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di *kg* 1250*/cmq*.
Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.
Gli aggregati devono corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.
Per assicurare la regolarità della granulometria la direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.
Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non devono essere idrofili.
Come aggregato fine si devono impiegare sabbie aventi i requisiti previsti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme vigenti per il confezionamento del calcestruzzo.
Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.
L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n 4 ultime edizioni).
I bitumi solidi e liquidi devono corrispondere ai requisiti sulla qualità e provenienza dei materiali previsti dal presente capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che devono essere adottate nei diversi casi.
I conglomerati devono risultare a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato) costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

Tabella 48.2. – **Conglomerati del tipo i (per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)**

Conglomerato	**A per spessori inferiori a 35 *mm* % in peso**	**B per spessori superiori a 35 *mm* % in peso**
Aggregato grosso: Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10 Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	 – 66 – 81	 66 – 81 –
Aggregato fine: Passante al setaccio 10	15 – 25	15 – 25
Bitume: Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale	4,2 – 5,5	4,2 – 5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla direzione dei lavori in relazione alle necessità	–	–

Tabella 48.3. – **Conglomerato del tipo II (per manti di usura su strade comuni)**

Conglomerato	**A per spessori inferiori a 20 *mm* % in peso**	**B per spessori superiori a 20 *mm* % in peso**
Aggregato grosso: Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10 Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	 – 60 – 80	 59 – 80 –
Aggregato fine: Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15 – 30	15 – 30
Additivo: Passante dal setaccio 200 Bitume	 3 – 5 4,5 – 6,0	 3 – 5 4,5 – 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambienti.
Impiegando i bitumi liquidi si devono usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150 – 200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.
Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla direzione dei lavori.
Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore, per la aspirazione della polvere. Gli aggregati devono essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzanti possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.
Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.
Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi devono essere muniti di termometri fissi.
Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell’essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell’essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.
Dopo il riscaldamento l’aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.
La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.
Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione suindicati.
Gli impianti devono essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.
La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.
Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro devono essere ammesse variazioni massime dell’1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.
Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti devono essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre i 70°C.
Potrà evitarsi l’uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l’impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L’uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'appaltatore.
I bitumi liquidi non devono essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre 40% rispetto a quella originale.
Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione dalla direzione dei lavori.
Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale devono essere eseguiti in modo da evitare, di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.
I conglomerati devono essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110°C se eseguiti con bitumi solidi.
I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.
La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.
I rastrelli devono avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari ad almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.
Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.
Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.
Le finitrici devono essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.
Devono consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice devono distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.
Per la cilindratura del conglomerato si devono usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.
Per evitare l’adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.
La cilindratura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzeria.
I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni o fessurazioni del manto.
La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto, dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.
La cilindratura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.
Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle

riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) devono essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.
Inoltre tutte le giunzioni e i margini devono essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.
A lavoro finito i manti devono presentare superficie in ogni punto regolarissima, e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla direzione dei lavori.
A lavoro finito non vi devono essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

77.7.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi
Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.
Gli aggregati grossi devono essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.
Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di kg 1250/cmq nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Deval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.
La pezzatura dell’aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% – da 5 a 10 mm dal 20 al 35% – da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.
L’aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere d'argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di mm 2 (n 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.
La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:
– dal 10 al 40% tra mm 2 e mm 0,42 (setacci n 10 e n 40 sabbia grossa);
– dal 30 al 55% fra mm 0,42 e mm 0,297 (setacci n 40 e n 80 sabbia media)
– dal 16 al 45% fra mm 0,297 e mm 0,074 (setacci n 80 e n 200 sabbia fine).
L'additivo minerale *(filler)* da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n 80 (mm 0,297) e per il 90% dal setaccio n 200 (mm 0,074) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.
I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l’aggiunta dell'additivo non devono eccedere il 20-22% del volume totale.
Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.
L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:
a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%
b) aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%
c) additivo, dal 4 al 10%
d) bitume, dal 5 all'8%.
Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottarsi sarà proposta dall’Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla direzione dei lavori.
Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume – all'1,5% in più o in meno per gli additivi – al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.
Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse ed a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazione antiscivolosi.
Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell’84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36 all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio di mm 0,177; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.
Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 ÷ 7,5% del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.
Gli aggregati non devono essere scaldati ad una temperatura superiore a 120°C ed il legante del secondo tipo da 130° a 110°C.
Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova *Hobbard Field* si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cmq.
Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.
Mentre l’aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130° ed i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160° e

180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.
L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.
Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a kg 200 ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.
Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90° ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50° e 80°C.
Per tali conglomerati è inoltre consentito all'impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda: in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.
Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla direzione dei lavori.
Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per mq ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a kg 66/mq in peso per manti di tre centimetri ed a kg 44/mq per manti di due centimetri.
Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzeria, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi d'acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.
La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.
Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg per mq di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi con graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.
È tassativamente prescritto che non devono aversi ondulazioni nel manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.
Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.
La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%: dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.
A garanzia dell'esecuzione l'impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre mm 1: al termine del triennio di oltre 4 mm.

77.8. Cordoli in calcestruzzo

I cordoli in calcestruzzo devono presentare una struttura compatta e spigoli pieni. In caso di elemento composto da due strati di calcestruzzo, i due strati devono risultare ben collegati. Lo spessore minimo del calcestruzzo a vista deve essere maggiore o uguale a 10 mm.
I cordoni in calcestruzzo devono avere forma prismatica con sezione trasversale rettangolare. Il bordo esterno o di invito deve essere arrotondato.
Si ammettono le seguenti tolleranze sulle misure nominali:
– larghezza ± 3 mm
– lunghezza ± 5 mm per la lunghezza nominale pari ad 1 metro
– altezza ± 5 mm.
È ammessa una conicità massima di 5 mm nella lunghezza normale e 2 mm nella larghezza. Si ammette inoltre una risega massima di 5 mm nel passaggio dalla superficie anteriore verticale alla superficie di calpestio.
Le verifiche a flessione su almeno 3 provini di cordolo, per ogni forma e dimensione, devono avere resistenza media a flessione non inferiore a 6 N/mm^2, in riferimento alla norma DIN 483.
I cordoli devono essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi devono essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

77.9. Cordoni in pietra

I cordoni in pietra per delimitazione marciapiedi qualora non specificatamente indicato devono essere forniti in uno seguenti tipi di pietra: graniti, sieniti, porfidi, basalti, travertini o altra pietra naturale avente non meno idonee caratteristiche meccaniche e di resistenza agli agenti atmosferici, in generale devono essere molto compatti.
Le facce esterne devono essere lavorate a punta fine; lo spigolo esterno dovrà essere arrontondato. Per le tolleranze sulle misure nominali è ammesso ± 3 mm per la larghezza e ± 10 mm per l'altezza. La lunghezza dei cordoni dovrà

essere misurata sullo spigolo anteriore arrotondato.
I cordoli devono essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi devono essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

77.10. Lastricati e pavimentazioni in materiali lapidei

La posa in opera dei pavimenti in marmo o pietra naturale per esterni dovrà venire eseguita in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o altre sedi di raccolta. Dovranno essere rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1,5%.
Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Impresa dovrà preparare a sue spese nr. 3 campioni dei vari marmi o pietre, che dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta, e delle loro lavorazioni, da sottoporre alla scelta e all'approvazione della Direzione dei lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione dei lavori, quali termini di confronto e di riferimento.
Le forniture da porre in opera dovranno avere caratteristiche uniformi ai campioni prescelti.
I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte, perfettamente puliti e senza macchie di sorta, e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla D.LL.

77.10.1. Vespai, massetti e sottofondi

Il piano destinato alla posa di un qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo in modo che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire e alla profondità necessaria. Il sottofondo potrà essere costituito, secondo le indicazioni della D.LL., da un massello di calcestruzzo di spessore vario, che in via normale dovrà essere lasciato stagionare per almeno dieci giorni. Sono anche previsti tipi di sottofondi alleggeriti, che dovranno essere eseguiti con le tecniche di uso comune e a perfetta regola d'arte. Quando i pavimenti dovessero appoggiare sopra materiali compressibili, il massello dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore e armato con rete metallica, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in modo da evitare qualsiasi successivo assestamento. Prima della posa in opera del pavimento le lesioni eventuali manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con malta liquida di cemento.

77.10.2. Pavimentazione in lastre di marmo

Le lastre di marmo impiegate dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sane, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli o altri difetti che ne infirmino l'omogeneità e la solidità. Non verranno di norma accettate lastre aventi lunghezza o larghezza superiori a ± 0, 5 cm rispetto alle dimensioni previste nelle voci di elenco prezzi, nè spessori inferiori ai minimi richiesti. Saranno posate su uno strato di malta di allettamento costituita da un impasto di:
Sabbia da muratura a granulometria continua da 0 a 4 mm, esente da terra, sostanze argillose e ossidi coloranti;
Acqua, chiara e priva di sostanze organiche, sali, minerali od ossidi in percentuali tali da provocare dannose ed antiestetiche efflorescenze;
Cemento tipo R 325 in ragione di kg 200 per mc di sabbia;
Calce idrata, in quantità di circa il 20% del peso del cemento.
Lo spessore di tale strato sarà variabile in funzione al raggiungimento della quota al finito prevista dal progetto; in ogni caso non potrà essere inferiore a cm 6.
Le lastre sono quindi sistemate sul letto di posa accostate fra loro e pressate delicatamente con un martello in gomma, in modo tale che tutta la superficie inferiore delle lastre appoggi sulla malta. Le fughe tra una lastra e l'altra devono essere di almeno un centimetro. La sigillatura viene effettuata colmando gli interstizi con boiacca cementizia. Quando la boiacca ha iniziato il processo di presa, la superficie deve essere completamente pulita.

77.10.3. Opere in marmo e pietre

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in genere corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei lavori all'atto dell'esecuzione.
Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta.
Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Impresa dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione dei lavori, quali termini di confronto e di riferimento.
Per tutte le opere è fatto obbligo all'impresa di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione dei lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando essa Impresa in caso contrario unica responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera. Essa avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quel modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione dei lavori.

77.10.4. Rivestimenti in marmo e pietre di murature

Per i rivestimenti in marmo delle murature in calcestruzzo o laterizio, secondo gli ordini della Direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:
a) con lastra squadrata a un corso regolare;

b) con lastra squadrata a più corsi regolari.
Le lastre di marmo, delle dimensioni prescritte, dovranno essere perfettamente piane e squadrate, con la faccia vista fiammata e dello spessore di cm 3.
Le commessure tra lastre avranno la larghezza minima consentita dalla calibratura delle pietre. Nel rivestimento a più corsi regolari, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10.
Il fissaggio delle lastre andrà eseguito con colla speciale per esterni e gli interstizi sigillati con boiacca di cemento.
Laddove si debbano eseguire giunti d'angolo verticali, questi andranno eseguiti a spigolo dritto e presa di costa.

77.10.5. Pavimenti in cubetti e binderi di porfido
Devono soddisfare alle Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali di cui *al Fascicolo n 5 del Consiglio* Nazionale delle Ricerche.
I cubetti e i binderi di porfido delle dimensioni previste nelle voci di elenco prezzi devono provenire da pietra a buona frattura, talché non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce, e devono arrivare al cantiere di lavoro preventivamente calibrati secondo le prescritte dimensioni.
Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti o i binderi che presentino in uno dei loro lati dimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce eccedenti l'altezza di 5 mm in più o in meno. La verifica potrà essere fatta dalla direzione dei lavori anche in cava.
I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti ed in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto o a file parallele sfalsate. I binderi saranno invece utilizzati come delimitazione di altre pavimentazioni e saranno posati a fascia unica. Saranno impiantati su letto di sabbia dello spessore di 5-8 cm a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, letto interposto fra la pavimentazione superficiale ed il sottofondo, costituito da macadam all'acqua, cilindrato a fondo col tipo di cilindratura chiuso, ovvero da uno strato di calcestruzzo cementizio secondo quanto sarà ordinato.
I cubetti e i binderi saranno disposti in opera in modo da risultare pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura.
Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in m, divisa per 0,80 e che lavorino tutti contemporaneamente ed a tempo con mazzapicchio del peso di 25-30 kg e con la faccia di battitura ad un dipresso uguale alla superficie del cubetto, le connessure fra cubetto e cubetto e tra bindero e bindero non devono avere in nessun punto la larghezza superiore a 10 mm.
La bitumatura della pavimentazione in porfido sarà eseguita almeno dopo venti giorni dalla apertura al transito della strada pavimentata; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione con mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo ed a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto il transito.

77.11. Pavimentazioni diverse
77.11.1. Generalità
Per l'eventuale esecuzione di pavimenti dei tipi sopraindicati e vari, generalmente da eseguire con materiali o tipi brevettati, e per i quali, dato il loro limitato uso su strade esterne non è il caso di estendersi, nel presente capitolato, a dare norme speciali, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti ed ordinati, l'Impresa dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la direzione dei lavori, anche in mancanza di apposite previsioni e prescrizioni nei capitolati speciali da redigere per i lavori da appaltare.

77.11.2. Acciottolati e selciati
77.11.2.1. Acciottolati
I sassi utilizzati per la formazione di acciottolati dovranno avere pezzatura minima di 4-6 cm, uno spessore minimo di cm 8, una faccia piana e levigata, da porre in opera a vista, onde facilitare la pedonabilità della superficie. Dovranno provenire da roccia compatta della migliore qualità onde garantire maggiori caratteristiche di resistenza.
Saranno posati su uno strato di malta di allettamento costituita da un impasto di:
Sabbia da muratura a granulometria continua da 0 a 4 mm, esente da terra, sostanze argillose e ossidi coloranti;
Acqua, chiara e priva di sostanze organiche, sali, minerali od ossidi in percentuali tali da provocare dannose ed antiestetiche efflorescenze;
Cemento tipo R 325 in ragione di kg 200 per mc di sabbia;
Calce idrata, in quantità di circa il 20% del peso del cemento.
Lo spessore di tale strato sarà variabile in funzione al raggiungimento della quota al finito prevista dal progetto; in ogni caso non potrà essere inferiore a cm 18.
Una volta sistemati i sassi sul letto di posa si procederà alla battitura con adeguato vibratore meccanico. Le commessure tra sassi avranno la larghezza minima consentita dalla loro calibratura. La sigillatura viene effettuata colmando gli interstizi con boiacca cementizia. Quando la boiacca ha iniziato il processo di presa, la superficie deve essere completamente pulita.

77.11.2.2. Selciati
I selciati devono essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento.
Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà

steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo avere stabilito le guide occorrenti.
Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 e quindi verrà proceduto alla battitura con la mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire cm perfettamente regolare e secondo i profili descritti. Potrà essere aggiunto, quando occorra, un sottostrato di ghiaia od anche un letto di malta idraulica dell'altezza di cm _______.
Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connessure.
Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.
Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm, di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

Art. 78 INTERVENTI AGRONOMICI

78.1. Lavorazione e bonifica del terreno

La lavorazione del terreno dovrà spingersi fino alla profondità necessaria per consentire un’appropriata piantagione, anche con l’impiego di mezzi meccanici speciali, e dovrà essere eseguita nei periodi idonei, con il terreno “in tempera”, evitando di danneggiare la struttura e di formare “suole di lavorazione”.
Nel corso di questa operazione dovranno essere rimossi tutti i sassi, le pietre, le piante da non conservare e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su richiesta della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico od altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione ambientale.
Ove necessario si procederà all’eliminazione degli avvallamenti e di ogni asperità, con asporto di tutti i materiali di risulta, dando al terreno una sistemazione ed una conformazione atte ad evitare il ristagno delle acque ed a ridurre il ruscellamento delle stesse.

78.2. Formazione di drenaggi e posa di cavidotti

Successivamente alle lavorazioni del terreno e prima di procedere alla formazione dei tappeti erbosi ed alla messa a dimora delle essenze arboree dovranno essere preparati gli scavi necessari all’installazione di eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni ed i cavi degli impianti tecnici le cui linee seguano percorsi sotterranei.
Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione ambientale, dovranno essere installate ad una profondità che garantisca uno spessore minimo di 40 centimetri di terreno e dovranno essere convenientemente protette e segnalate, al fine di agevolare eventuali futuri interventi di riparazione.
Completata la posa delle canalizzazioni e successivamente alla verifica e all’approvazione degli impianti a scavo aperto da parte della D.L., l’impresa dovrà colmare le trincee e completare le operazioni di lavorazione e bonifica del terreno.
Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta la posa in opera degli eventuali irrigatori e, a piantagione ultimata, la collocazione e l’orientamento degli eventuali apparecchi di illuminazione. Ultimati gli impianti l’impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori opportune planimetrie riportanti l’esatto tracciato e la natura delle diverse linee, e la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati.

78.3. Correzione, ammendamento e concimazione di fondo del terreno

Effettuate le lavorazioni del terreno l’Impresa dovrà, su indicazione della D.L., incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l’ammendamento e la concimazone di fondo nonchè somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti.
Allo scopo di individuare eventuali correzioni organolettiche da apportare al terreno, anche ante semina, dovranno essere eseguite a cura dell’Impresa analisi in laboratorio del terreno in situ e del terreno vegetale apportato, secondo i metodi pubblicati dalla Società italiana della Scienza del Suolo. In particolare le determinazioni di laboratorio dovranno riguardare: pH, anidride fosforica assimilabile P_2O_5, ossido di potassio scambiabile K_2O, azoto totale N, carbonato di calcio $CaCO_3$, contenuto di sostanza organica, limo, argilla, sabbia, tessitura scheletrica. Con riferimento a quest’ultimo parametro, la quantità di scheletro con diametro maggiore di 2.00 millimetri relativa al terreno su cui vengono realizzati gli interventi agronomici non dovrà superare il 25% del volume totale.
I trattamenti con fitofarmaci dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle vigenti norme in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

78.4. Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione agraria del terreno l’Impresa, sulla scorta delle indicazioni della D.L., predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, macchie arbustive, boschetti, ...).
Prima di procedere alle operazioni successive, l’Impresa deve ottenere l’approvazione della Direzione Lavori.

78.5. Formazione di tappeti erbosi

Nella formazione dei vari tipi di prati, che avrà luogo dopo la esecuzione degli impianti tecnici e delle opere stradali, sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione, e alle irrigazioni.
Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso dovrà essere eseguita, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale fine ed uniforme. Si dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni della D.L. per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Gli eventuali residui della rastrellazione dovranno essere allontanati dall'area di cantiere.
Indicativamente le operazioni da attuare saranno le seguenti:

1. asporto dello strato superficiale del terreno per una profondità di 7-10 cm;
2. pulizia del terreno da infestanti anche con diserbi e antigerminativi;
3. eliminazione del pietrame;
4. concimazione di fondo;
5. lavorazione del terreno;
6. correzione di pendenze secondo l'andamento del terreno;
7. concimazione in copertura di presemina;
8. semina per i vari tipi di tappeto erboso;
9. leggera rullatura;
10. copertura del seme con uno strato di terriccio;
11. manutenzione successiva, come specificato di seguito.

Le operazioni di semina avverranno mediante l'impiego di miscugli di sementi selezionate, con germinabilità non inferiore al 97% e purezza del 92%, contenute in imballaggi originali, con assenze di alterazioni dovute ad umidità od altre cause.
La quantità di seme da distribuire è pari a kg 70 - 80 per ettaro. Le operazioni di semina verranno effettuate con più passate incrociate a spaglio, onde favorire il più possibile la omogeneità della semina, spargendo separatamente i semi di diverso peso specifico (prima i semi più pesanti, poi quelli più leggeri). Al termine delle operazioni le essenze erbacee dovranno coprire uniformemente il terreno senza che risultino punti di diradamento. Il tappeto erboso dovrà risultare rigoglioso, sano ed uniforme.
Terminate le opere di semina il terreno deve essere immediatamente irrigato.

78.6. Messa a dimora delle essenze arboree

Per la messa a dimora delle essenze arboree (imboschimento e vegetazione pronto effetto) si procederà all'escavo delle buche separando la terra buona dai sassi, dalle erbacce e dagli altri materiali inerti o dannosi. La terra più fine sarà posta da parte, a fianco della buca, per porla in seguito a contatto con le radici.
Le buche e i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora, dimensioni che indicativamente potranno variare da 60x60x60 a 90x90x90 centimetri. Qualora le buche e i fossi dovessero essere realizzati su un preesistente tappeto erboso, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni al prato circostante recuperando lo stato superiore di terreno per il riempimento delle buche stesse. Andrà evitato l'utilizzo di mezzi pesanti, mentre è consentito l'uso di trivelle portatili.
Nella preparazione delle buche e dei fossi ci si dovrà assicurare che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non si verifichino ristagni d’umidità. Si dovrà inoltre provvedere affinchè lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.
Prima della piantagione si dovrà procedere al riempimento parziale delle buche con terreno di coltivo ben concimato, in modo che le piante possano essere collocate su un strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla, o bulbo, e delle radici in relazione alle diverse specie.
La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e dei cespugli dovrà avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto oppure risultino, una volta assestato il terreno, interrate oltre il livello di colletto.
L’imballo della zolla dovrà essere costituito da materiale degradabile (paglia, canapa, juta, ...) e dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature e il materiale di imballo in eccesso.
La zolla dovrà essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; nel caso sia troppo asciutta dovrà essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l’imballo. Analogamente si dovrà procedere per le piante fornite in contenitore, previa eliminazione dello stesso ed avendo cura di non dissestare il terriccio attorno alle radici. Per le piante a radice nuda, dovrà essere regolato l'apparato radicale rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando, ove necessita, quelle spuntate, rotte, danneggiate o secche. Il riempimento delle buche dovrà essere effettuato in modo tale da non danneggiare le piante ed il loro apparato radicale, ed in modo che non rimangano vuoti attorno alla radice o alla zolla. Se si rende necessaria, o se viene espressamente richiesta dalla Direzione Lavori, una concimazione secondaria localizzata, si dovrà avere cura di distribuire il concime attorno e vicino alle radici o alle zolle in modo da evitare danni per disidratazione. A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca per la ritenzione dell’acqua da addurre subito in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l’assestamento del terreno attorno alle radici. Inoltre si dovranno irrorare le piante con prodotti antitraspiranti, mentre alla base delle piante dovrà essere distribuito uno strato di materiale pacciamante di circa 8-10 centimetri di spessore.
Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo, dovrà essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall’Amministrazione all’interno del cantiere a formazione di rilevati.
Le ramificazioni eccessivamente sviluppate o che si presentassero appassite o rovinate da azioni meccaniche, vanno eliminate dalla chioma. Il fusto degli alberi posti in opera dovrà essere protetto da una accurata fasciatura con juta a partire dal colletto e sino alle prime branche importanti (altezza dell’impalcatura). Le piante dovranno essere collocate in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della realizzazione.
La formazione di quinte arboree e arbustive e di composizioni dovrà adeguarsi agli schemi di progetto e alle disposizioni della Direzione dei Lavori, per l’ottenimento degli effetti decorativi desiderati.
Gli alberi e gli arbusti di maggiori dimensioni dovranno essere sostenuti da tutori in legno scortecciato e impregnato in autoclave o, a seconda delle disposizioni della D.L., da un’armatura formata da almeno tre tiranti in acciaio zincato controventati a terra e muniti di tendifilo. I tutori non dovranno avere un diametro inferiore al diametro del fusto della pianta da sostenere misurato ad un metro di altezza dal colletto. Essi dovranno essere infissi nel terreno per una profondità pari a quella della fossa, ed uscire da questa per un’altezza pari a 2/3 dell’altezza totale della pianta. Nel caso si dovesse provvedere all’impianto su tazze in luoghi pavimentati, l’ancoraggio dovrà ottenersi con l’infissione di due pali sistemati lungo l’asse di piantagione ai lati della tazza, fissati tra loro con chiodi ad una traversa di opportuna grandezza, alla quale verrà fissata la pianta con legacci flessibili. Nelle zone in cui si possono verificare danni dovuti al transito di persone o automezzi, le piante messe a dimora dovranno essere protette, a gruppi o singolarmente, con opportuni ripari (reti metalliche, protezioni in acciaio o in legno, griglie, …). A piantagione eseguita, l’Impresa dovrà consegnare una copia degli elaborati grafici riportanti l’indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

78.7. Potatura

Tutte le operazioni di potatura saranno eseguite conformemente alla pianta campione predisposta dalla D.L. e secondo le indicazioni di quest’ultima all’atto esecutivo.
Gli interventi consistono nello sfogliamento della chioma, nel rinnovamento dei vecchi tagli non correttamente eseguiti, nell’eliminazione dei ricacci indesiderati lungo il fusto, nell’eliminazione dei polloni e delle radici compromesse e morte.
Per le piante allevate in forma libera la potatura dovrà avvenire nel rispetto dell’habitus vegetativo proprio della specie e della varietà, con tagli eseguiti a regola d’arte secondo le normali tecniche agronomiche (taglio di ritorno, potatura a tutta cima, ecc.). La superficie dei tagli dovrà risultare liscia al tatto e compatibile con la struttura della pianta aderente al fusto o alle branche senza lasciare speroni sporgenti e secondo le indicazioni della D.L.

La sezione di taglio dovrà risultare ovoidale, per quanto possibile con l’asse maggiore parallelo all’asse del fusto o delle grosse branche. La corteccia circostante la superficie del taglio dovrà rimanere il più possibile integra e priva di slabbrature e discontinuità.
Tutte le superfici di taglio dovranno essere trattate con fungicidi e cicatrizzanti. Dopo la potatura o l'abbattimento di ogni pianta, l'Impresa appaltatrice dovrà disinfettare gli attrezzi di taglio con le soluzioni indicate dalla D.L..

78.8. Trapianti

Le operazioni da eseguire sia in fase antecedente che successivamente al trapianto, saranno in linea di massima le seguenti:
- potatura della chioma;
- lavorazione manuale e meccanica della zolla;
- fasciatura del tronco;
- trattamento antiparassitario;
- applicazione di capsule nutritive sul tronco e concimazione fogliare;
- parziale defogliazione manuale;
- riporto di terreno idoneo e ancoraggio della pianta nel nuovo sito di messa a dimora;
- periodica irrigazione con scadenza settimanale, salvo diversa indicazione della D.L.

Durante il trasporto dell’albero o dell’arbusto, l’Impresa è tenuta, su richiesta della D.L., a proteggere le piante mediante copertura con teli leggeri, anche inumiditi.

78.9. Manutenzione delle opere a verde

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la semina del tappeto erboso e la messa a dimora delle essenze arboree ed arbustive, e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato, che comunque non dovrà essere inferiore a 12 mesi.
Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quanto non sarà evidente che le piante, superato il trauma del trapianto o il periodo di germinazione per le semine, siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.
Le operazioni da effettuarsi consistono:

1) Irrigazioni: l'Impresa esecutrice dei lavori è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi per tutta la durata del periodo di garanzia concordato. Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive, e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all’andamento stagionale. Nel caso fosse stato predisposto un impianto di irrigazione automatico, l’Impresa dovrà controllare che questo funzioni regolarmente. Questo non esonera l’Impresa dalle sue responsabilità in merito all’irrigazione.
2) Ripristino conche e rincalzo: le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate. A seconda dell’andamento stagionale, delle zone climatiche o delle caratteristiche di specie, l’Impresa provvederà alla chiusura delle conche e al rincalzo delle piante oppure alla riapertura delle conche per l’innaffiamento.
3) Falciature, diserbi e sarchiature: oltre alle cure colturali normalmente richieste, l’Impresa dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle falciature del tappeto erboso. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi. I diserbi dei vialetti, dei tappeti erbosi e delle altre superfici interessate dall’impianto devono essere eseguiti preferibilmente a mano o con attrezzature meccaniche. L’eventuale impegno di diserbanti chimici dovrà attenersi alle normative vigenti. Le superfici d’impianto interessate da alberi, devono essere oggetto di sarchiature periodiche.
4) Concimazioni: le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.
5) Potature: le potature devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie.Il materiale vegetale di risulta dovrà essere immediatamente rimosso e depositato secondo gli accordi presi con la D.L. o trasportato alle pubbliche discariche.
6) Eliminazione e sostituzione delle piante morte, deperenti o danneggiate: le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all’andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall’accertamento del mancato attecchimento.
7) Rinnovo delle parti non perfettamente riuscite dei tappeti erbosi: epoca e condizioni climatiche permettendo, l’Impresa dovrà riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle specie prative oppure sia stata giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.
8) Difesa dalla vegetazione infestante: durante l’operazione di manutenzione l’Impresa dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo strato di pacciame.
9) Sistemazione dei danni provocati da erosione: l’Impresa dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati dall'erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza in merito allo smaltimento delle acque meteoriche o per eventuali ristagni.
10) Ripristino della verticalità delle piante: l’Impresa è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora la D.L. lo ritenga necessario sostituendo i tutori ed i legacci non più funzionali. Qualora si verificassero danni alla vegetazione già preesistente (caduta di grandi alberi o di loro parti), anche a seguito di eventi meteorici, l’Impresa è tenuta su indicazione della D.L. al sollecito sgombro della vegetazione irrecuperabile e agli interventi di risanamento.

11) Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere: l'Impresa dovrà controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitare la diffusione e rimediare ai danni accertati.
12) Pulizia dell'area: l'Impresa effettuerà una costante pulizia dell'area asportando tutti i materiali di qualsiasi natura, da chiunque depositati, compresi quelli portati dal vento e trasportando il materiale di risulta alle pubbliche discariche.

Capitolo 4 - PROVE E VERIFICHE

Art. 79 – LABORATORIO DI CANTIERE

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l’approntamento di un laboratorio di cantiere fisso o mobile e con le necessarie attrezzature, che l’amministrazione ritenesse di istituire, nonché le spese per il personale addetto.

Art. 80 – ANALISI, PROVE SUI MATERIALI E VERIFICHE TECNICHE

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
In tale caso, l'appaltatore sarà tenuto a corrispondere direttamente, ai laboratori incaricati dell'esecuzione delle prove o degli accertamenti, ritirandone formale quietanza, le somme che la direzione dei lavori gli abbia autorizzato di pagare, in base a regolari note o fatture.
Le anticipazioni corrisposte per tali prestazioni, comprensivi di eventuali interessi, saranno accreditati all'appaltatore sul primo stato d'avanzamento emesso successivamente alla loro effettuazione.
La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato, ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.
Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la conservazione dei campioni fino al collaudo, muniti di sigilli controfirmati dalla direzione e dall'appaltatore, in idonei locali o negli uffici direttivi.

Art. 81 – STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO

L’impresa indicherà alla direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo ed argilla.
La direzione dei lavori in seguito all’esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.
Per l’accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagnoasciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.
Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:
1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell’aggregato (analisi granulometrica)
2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno
3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante
4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti
5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.
L'impresa durante l’esecuzione dei lavori provvederà ad eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la direzione dei lavori riterrà opportune.
Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione, saranno determinate periodicamente mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, ed approvate dalla direzione dei lavori.

Art. 82 – CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

82.1. Resistenza caratteristica
Agli effetti delle presenti norme un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.
La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.
Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la «resistenza caratteristica» designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 3, allegato 2, del D.M. 9 gennaio 1996.
La resistenza caratteristica R_{ck} così come la classe di consistenza S_i prescritte per il conglomerato cementizio dovranno essere indicate dal progettista delle opere.
Il conglomerato cementizio per il getto delle strutture di un’opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche – di qualità, p.e. tipo di cemento (**UNI EN 197**) requisiti degli aggregati (**UNI 8520/2**), e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione e posa in opera rimangono praticamente invariati.

82.2. Controlli di qualità del conglomerato
Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.
Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi.

a) Studio preliminare di qualificazione
Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati (**UNI 8520/2**); cementi (**UNI EN 197**); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (**UNI 9858**).
Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.
b) Controllo di accettazione
Si riferisce all’attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l’esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la resistenza a compressione di provini cubici; l’abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc.
Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.
c) Prove complementari
Comprende tutta l’attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

82.3. Prelievo dei campioni
Il prelievo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.
Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.
Il calcestruzzo entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato per strati con l’utilizzo di tondini di ferro ø 10 mm.
Nel caso del prelievo di calcestruzzo di media consistenza la costipazione sarà eseguita con pestello di superficie di circa 1/8 e ¼ della sezione del provino. Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d’acqua invece dovrà essere vibrato nella forma mediante vibratore ad immersione, di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.
Dopo la costipazione il calcestruzzo dovrà essere rasato con righello metallico e lisciato con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall’evaporazione, fino alla sformatura.
La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in modo da non danneggiare il provino. I provini dovranno poter essere identificati e rintracciati in qualsiasi momento.
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «Resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.
È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell’impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.
Per la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella **UNI 6127**; in particolare per la stagionatura vale quanto indicato nel punto 4.1.1 di detta norma.
Per la forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo e le relative casseforme, vale quanto indicato nelle norme **UNI 6130/1ª** e **UNI 6130/2ª**, limitatamente ai provini per le prove di resistenza a compressione.
Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella **UNI 6132**.

82.4. Dimensioni dei provini. Casseforme
L’allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 rimanda alla norma **UNI 6130-Parte 1ª** che definisce forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica previste dalle **UNI 6132**, **UNI 6133**, **UNI 6134**, **UNI 6135** e **UNI 6556**.

Tabella 53.1. – Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti

Dimensione max inerte (mm)	fino a 20	20 ÷30	30 ÷50	50 ÷80	80 ÷150
Lato provino (cm)	10 o 15	15 o 20	20 o 25	25 o 30	30

Si fa rilevare che la norma **UNI 6130-Parte 1ª** a partire dal settembre 1981 non prevede più l’uso di provini cubici con lato di 16 cm; la dimensione dei cubetti è commisurata invece alla massima dimensione dell’inerte:

Tabella 53.2. – **Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti (UNI 6130 – Parte 1ª)**

Dimensione max inerte (mm)	fino a 16	oltre 16 e fino 31,5	oltre 31,5 e fino a 63	oltre 63 e fino a 125	oltre 125
Lato provino (cm)	10	15	20	25	30

Sono ammesse le seguenti tolleranze, superando i seguenti valori è necessario rettificare o sostituire le casseforme adoperate:

– tolleranza fino al 1% sulle dimensioni effettive del provino;
– tolleranza angolare circa 90° ± 30’ riferita all’angolo formato tra due facce contigue del provino;
– tolleranza dello 0,05 %sulla planarità riferita al lato del provino.

La norma **UNI 6130-Parte 2ª** definisce le caratteristiche (assorbenza e tenuta) e la tipologia delle casseforme, metalliche e no, utilizzate per la confezione di provini di calcestruzzo per prove di resistenza meccanica. Le casseforme che possono essere singole o multiple, debbono essere realizzate con materiali non assorbenti, in caso contrario l’acqua assorbita dalla cassaforma non deve superare i 5 g/dm^3. Le casseforme in commercio sono realizzate in:
– materiale composito, leggere e di tipo scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali
– polistirolo espanso, per la sformatura del provino tali casseforme devono essere distrutte
– acciaio, scomponibili e dotate anche di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti.

82.5. Stagionatura
La stagionatura dei provini deve avvenire a temperatura di 20 ± 2°C con umidità relativa non inferiore al 90%, e in idonei locali oppure conservando i provini sotto strato di sabbia o stracci umidi.
Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla **UNI 6127** debbono essere opportunamente annotate sul verbale.
I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall’ambiente di stagionatura non prima di 2 ore dall'inizio dell'esecuzione della prova. I provini non possono essere rimossi prima che sia trascorso un tempo pari a 3/4 del tempo di stagionatura; durante il trasporto i provini debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come prove a 7 giorni o minori, è necessario l’imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «Resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

82.6. Verbale di preparazione e stagionatura
Il verbale di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo in riferimento alla **UNI 6127**, deve contenere le seguenti indicazioni:
– forma, dimensioni, massa della sformatura e numero dei provini;
– modalità di preparazione dei provini (costipazione, battitura, vibrazione, numero dei colpi e massa dell’attrezzo impiegato, ecc.);
– condizioni di stagionatura (temperatura, umidità relativa, ecc.).

82.7. Spianatura. Prova a compressione
La spianatura delle facce del provino può essere eseguita:
– con macchina dotata di mole o dischi di carburo di silicio o diamantati
– con l’applicazione di pasta di cemento, gesso, miscela di zolfo e sabbia, ecc.
La spianatura deve essere ripetuta in caso di errore di planarità o angolo tra due facce contigue superiore alle tolleranze ammesse.
La prova a schiacciamento deve essere eseguita con presse rispondenti alla **UNI 6686**, ponendo il provino tra i piatti della macchina in modo che il carico risulti applicato in direzione normale a quella di costipamento durante il getto.
L’apparecchio misuratore deve consentire la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell’1%. Il carico deve essere applicato senza urti e con gradiente pari a 50 ± 20 $N/cm^2 \cdot s$.
Per il calcolo della resistenza caratteristica deve assumersi, secondo le prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996, il valore della resistenza alla compressione dopo 28 giorni di stagionatura con temperatura T = 20 ± 2°C, ed umidità relativa U.R. > 90%.

82.8. Modalità di rottura del provino
La prova a compressione dei provini di calcestruzzo è considerata soddisfacente se avviene con un tipo di rottura del provino uniforme e simmetrica:
a) Rottura normale
La rottura normale è quella che avviene senza frantumazioni e senza lesioni sulle facce del provino a contatto con i piatti della pressa oleodinamica, la macchina di prova deve essere di classe 1. La rottura normale considerata più soddisfacente è quella che si manifesta con l’espulsione laterale di materiale tale che la forma restante del provino sia assimilabile a due tronchi di piramidi aventi in comune la base minore e con le facce laterali inclinate di 45°.
b) Rottura anomala
Le rotture anomali, cioè diverse da quelle sopra descritte, possono dipendere da diverse cause come, ad esempio, la mancata coincidenza dell’asse verticale del provino con quello della pressa oleodinamica, l’impiego di casseformi non idonee adoperate per il confezionamento del provino, difetto costruttivo della pressa o un suo mancato controllo periodico.

82.9. Resoconto della prova di compressione
Il certificato, emesso da laboratorio ufficiale o in concessione (art. 20, legge n. 1086/1971) contenente l’esito della prova a compressione del provini in calcestruzzo deve contenere i seguenti dati:
1) numero e sigla di identificazione del provino

2) data di confezionamento del provino
3) eventuale spianatura dei provini
4) data della prova
5) dimensioni ed area della sezione resistente
6) massa del provino
7) resistenza a compressione
8) tipo di rottura
9) eventuali difetti del provino.

82.10. *Valutazione preliminare della resistenza caratteristica*

Prima dell’inizio di una produzione di serie o della costruzione di un’opera, il costruttore, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.
Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite, di determinazioni sperimentali, o dell’uno e dell’altro criterio.
Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come al paragrafo seguente.

82.11. *Controllo di accettazione*

Il controllo di accettazione viene eseguito di regola secondo le indicazioni di cui al punto 53.11.1.
Per costruzioni con più di 1500 m^3 di getto di miscela omogenea si possono adottare, in alternativa, le indicazioni di cui al punto 53.11.2.

82.11.1. *Controllo tipo A*

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto.
Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.
Siano R1, R2, R3 le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le diseguaglianze.

$$R_m \cdot R_{ck} + 3{,}5\ (N/mm^2)$$
$$R_1 \geq R_{ck} - 3{,}5\ (N/mm^2)$$

in cui:

$$Rm = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l’obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall’obbligo di prelievo giornaliero.

82.11.2. *Controllo tipo B*

Nelle costruzioni con più di 1500 m^3 di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico.
Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di conglomerato.
Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m^3.
Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le diseguaglianze:

$$R_m \geq \cdot R_{ck} + 1{,}4\ s$$
$$R_1 \geq R_{ck} - 3{,}5\ (N/mm^2)$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più prelievi ed s lo scarto quadratico medio.

82.11.3. *Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo*

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia.
Il direttore dei lavori dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai laboratori ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia.
La domanda di prove al laboratorio ufficiale dovrà essere sottoscritta dal direttore dei lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.
Se una prescrizione del «controllo di accettazione» non risulta rispettata, occorre procedere:

- ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del

conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà:
– dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.
I «controlli di accettazione» sono assolutamente obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la congruità e la validità; ove ciò non fosse, il Collaudatore è obbligato a prescrivere tutte le prove necessarie per attestare la qualità e le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura descritta quando non risultano rispettati i limiti fissati dai «controlli di accettazione».
La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento.
Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

82.12. Prove complementari

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).
Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.
Tali prove non potranno però essere sostitutive dei «controlli di accettazione» che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.
Potranno servire al direttore dei lavori od al collaudatore statico per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il «controllo di accettazione».

Art. 83 – CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO

83.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test

La prova del cono di Abrams o slump-test (**UNI 9418**) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo. Per la prova è utilizzato uno stampo tronco conico in lamiera pesante perfettamente liscio all'interno, aperto alle due estremità, dotato manici ed alette inferiori per impedire movimenti durante il riempimento.
La misura dell'abbassamento o cedimento del cono in cm (o in mm) detto anche *slump*, eseguita rispetto all'altezza dello stampo fornisce indicazioni sulla consistenza del calcestruzzo ed il suo comportamento durante il getto all'interno delle casseforme.
In caso di disgregazione del calcestruzzo la prova deve essere ripetuta.
La norma **UNI 9418** in base all'abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo.

Tabella 54.1. – **Consistenza del calcestruzzo in base all'abbassamento del cono**

Classe di consistenza	Abbassamento del cono (mm)	Denominazione usuale
S1	10 ÷ 40	Umida
S2	50 ÷ 90	Plastica
S3	100 ÷ 150	Semifluida
S4	160 ÷ 200	Fluida
S5	≥ 210	Superfluida

Tabella 54.2. – **Consistenza del calcestruzzo in base al tipo di costipamento**

Costipamento	Abbassamento del cono (slump) (cm)	Consistenza
Forte vibrazione	0 ÷ 5	Umida
Vibrazione comune	5 ÷ 10	Plastica
Costipamento a mano	10 ÷ 15	Fluida
Costipamento leggero	≥ 15	Superfluida

(Fonte, AITEC, *Studio delle miscele di calcestruzzo,* Roma)

Tabella 54.3. – **Consistenza del calcestruzzo in base al tipo di costruzione**

Costipamento	Abbassamento del cono (slump) (cm)	Consistenza
Costruzioni massicce	0 ÷ 5	Umida
Fondazioni e pavimentazioni	5÷ 10	Plastica
Opere comuni in cemento armato	10 ÷ 15	Fluida
Opere sottili e/o con armatura molto densa	≥ 15	Molto fluida

(Fonte, AITEC, *Studio delle miscele di calcestruzzo,* Roma)

La prova ha diverse limitazioni, in particolare non è adatta per i calcestruzzi molto asciutti per i quali l'abbassamento del

cono risulta pressoché nullo, inoltre non è applicabile per i calcestruzzi confezionati con aggregati di dimensione maggiore di 40 mm. Nei casi di slump maggiore di 25 mm la prova è ritenuta inattendibile.
La prova del cono deve essere eseguita al momento dello scarico dalla betoniera ed in occasione del getto: l'eventuale rimescolamento riduce sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo e di conseguenza lo slump.

83.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità

La prova per la determinazione dell'indice di compattabilità (**UNI 9420**) è applicabile per i calcestruzzi di consistenza fino a quella semifluida, confezionati con aggregati di dimensione fino a 40 mm.
La prova è eseguita utilizzano un recipiente metallico a tenuta d'acqua e indeformabile, dotato di manici. Il recipiente con base quadrata di lato 20 ± 0,2 cm e altezza di 40 ± 0,2 cm, viene riempito con il calcestruzzo versandolo in prossimità dei quattro angoli, a riempimento ultimato si rasa la superficie senza effettuare compressione sul calcestruzzo. Successivamente si consegue l'assestamento del calcestruzzo con ago vibrante o con un pestello.
Completato l'abbassamento, deve essere misurato l'abbassamento del calcestruzzo h dal bordo del recipiente. La misura deve essere fatta lungo gli assi mediani e a 5 cm dal bordo, assumendo come abbassamento della prova la media degli abbassamenti misurati.

Tabella 54.4. – **Consistenza del calcestruzzo in base al coefficiente di costipamento**

Consistenza del calcestruzzo	Coefficiente di costipamento
Asciutto	1,45 – 1,26
Plastico	1,25 – 1,12
Fluido	1,10 – 1,04

83.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse

83.3.1. Prova in cantiere

La prova della tavola a scosse effettuata in cantiere (**DIN 1048**) prevede l'impiego di una doppia tavola in legno delle dimensioni di 70 cm x 70 cm, con piano superiore rivestito in lamiera zincata piana dello spessore di 2 mm.
Al centro della tavola è tracciata una croce e un cerchio di 20 cm di diametro sopra cui viene appoggiato lo stampo tronco-conico che deve essere riempito di calcestruzzo con due strati di ciascuno assestato con 10 colpi di pestello, dopo il riempimento la superficie del cono deve essere rasata.
Dopo avere sfilato lo stampo tronco di cono, la tavola superiore dotata su un lato di una maniglia, viene sollevata e lasciata cadere per 15 volte in 15 secondi da un'altezza di 4 cm data dal fermo di battuta. Successivamente si procede alla misura dello spandimento del calcestruzzo sul piano della tavola come indicato nel paragrafo precedente.

83.3.2. Prova Vebe

La prova Vebe è utilizzata per valutare la consistenza o grado Vebe del calcestruzzo. La prova che può essere eseguita in cantiere o in laboratorio è applicabile a calcestruzzi di bassa lavorabilità confezionati con inerte di diametro massimo di 40 mm.
Il metodo deve essere impiegato per calcestruzzi con uno slump non superiore a 5 cm, in caso contrario il tempo di vibrazione è molto breve comportando notevoli errori di misura.

83.4. Determinazione del contenuto di cemento

La direzione dei lavori può ordinare di eseguire una prova sul calcestruzzo fresco per accertarne il contenuto di cemento rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.
Per l'esecuzione della prova dovrà essere prelevato un campione di max 8 kg di calcestruzzo.

83.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco (dosaggio dell'acqua, dosaggio del legante e distribuzione granulometrica degli inerti), rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere. Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31,5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.
Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni, di peso variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua.
Norme di riferimento: **UNI 6393** e **UNI 9416.**

83.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm^3/cm^2) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.
La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con diametro massimo maggiore di 40 mm.
L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.
Norma di riferimento: **UNI 7122.**

Art. 84 – ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA

84.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo

Il grado di maturità del calcestruzzo deve essere misurato con strumenti detti maturometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.
Tali valori, rilevati direttamente in *situ,* e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.
Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

84.2. Prova BRE (Building Research Establishment)

La resistenza del calcestruzzo prima della sformatura è valutata determinando la forza di estrazione mediante inserti post-inseriti nel getto. La prova è stata sviluppata nel 1977 dal *Building Research Establishment* inglese (BRE).
La resistenza media del calcestruzzo si stima con l'ausilio di una curva di taratura sperimentale o, se non disponibile, della curva di correlazione fornita dalla casa costruttrice, unitamente, all'attrezzatura necessaria e con l'effettuazione di almeno sei prove.
Norme di riferimento: **UNI 10157.**

84.3. Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:
– il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
– il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.
La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.
L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificate, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.
Norme di riferimento: **ASTM C 426**, **UNI 6555**, **UNI 7086**.

84.4. Valori ammissibili per il ritiro

Secondo le attuali norme tecniche, (D.M. 9 gennaio 1996) per la valutazione dell'entità del ritiro finale ε_{cs} (t_∞, t_0) dell'opera realizzata, in mancanza di una diretta sperimentazione e quando non si ricorra ad additivi speciali si ammettono i valori riportati nella tabelle seguenti.

Tabella 55.1. – **Atmosfera con umidità relativa di circa 75%**

T_0	$\alpha \leq 20$ cm	$\alpha \geq 60$ cm
1 ÷ 7 giorni	$0{,}26 \times 10^{-3}$	$0{,}21 \times 10^{-3}$
8 ÷ 60 giorni	$0{,}23 \times 10^{-3}$	$0{,}21 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0{,}16 \times 10^{-3}$	$0{,}20 \times 10^{-3}$

Tabella 55.2. – **Atmosfera con umidità relativa di circa 55%**

T_0	$\alpha \leq 20$ cm	$\alpha \geq 60$ cm
1 ÷ 7 giorni	$0{,}43 \times 10^{-3}$	$0{,}21 \times 10^{-3}$
8 ÷ 60 giorni	$0{,}32 \times 10^{-3}$	$0{,}30 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0{,}19 \times 10^{-3}$	$0{,}28 \times 10^{-3}$

in cui:
t_0 età del conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro;
α dimensione fittizia = $2A_c / u$;
A_c area della sezione del conglomerato;
u perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera.

Per valori intermedi si effettuerà l'interpolazione lineare.
Norme di riferimento: **UNI 6555, UNI 6687, UNI 7086, UNI EN 680, UNI EN 1367-4.**

84.5. Misura della permeabilità

Le strutture in calcestruzzo devono risultare più o meno impermeabili, all’acqua o ai gas, in funzione delle condizioni ambientali (fattori di esposizione **UNI 9858**) o delle prestazioni attese, p.e. opere idrauliche: serbatoi, dighe, gallerie, pontili, porti, ecc.
La permeabilità del calcestruzzo è dovuta soprattutto da cavità interne e porosità aperta che consentono il passaggio di liquidi e di gas. I principali fattori che la determinano possono essere sintetizzati come segue:
–- *rapporto acqua/cemento* (a/c). L’acqua di impasto in eccesso provoca nella pasta cementizia in maturazione la formazione di pori capillari tanto più grandi quando maggiore è il rapporto a/c con conseguenziale aumento del ritiro;
– *compattazione del calcestruzzo*. Le modalità di compattazione del calcestruzzo, durante il getto, debbono essere tali da non lasciare spazi vuoti, vespai, ecc.;
– *condizioni di maturazione*. La maturazione dello strato corticale del calcestruzzo per effetto di un’eccessiva velocità di essiccamento spesso dovuta ad elevata temperatura esterna favorisce la formazione di porosità degli strati esterni compromettendo il copriferro con pregiudizio per l’integrità delle armature metalliche.
Le modalità di misurazione della penetrazione dell’acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella DIN 1048 (*Test methods for concrete*) – ISO 7031; un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.
Per l’esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in *situ* si possono applicare i seguenti metodi:
– ISAT. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d’acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d’acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d’acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;
– Figg. La prova si basa sull’aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell’aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l’indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all’interno del foro.
Norme di riferimento: **UNI ENV 206**, **UNI 9858**, **UNI 9525***,* **UNI 9526**, **DIN1048**.

Art. 85 – ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO

85.1. Controlli distruttivi

85.1.1. Prove di trazione diretta
La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente L ≥ d dove d è la massima dimensione trasversale.
Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest’ultima dovrebbe verificarsi all’incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.
Norme di riferimento: **UNI 6135**.

85.1.2. Prova di trazione indiretta o prova brasiliana
La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un materiale cedevole che consente l’uniforme distribuzione delle pressioni lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.
Norme di riferimento: **UNI 6135**.

85.1.3. Prova a trazione per flessione
La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.
La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.
I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.
Norme di riferimento: **UNI 6133**.

85.1.4. Misura del modulo di elasticità
Il D.M. 9 gennaio 1996 per il modulo elastico istantaneo E_c, tangente all’origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556** – Prove su calcestruzzi – Determinazione del modulo elastico secante a compressione, consente di assumere, in sede progettuale il seguente valore:

$$E_c = 5700\sqrt{R_{ck}}\left(N/mm^2\right)$$

Tabella 56.1. – **Modulo elastico istantaneo E_c del calcestruzzo secondo la resistenza**

	Classe del calcestruzzo (N/mm²)						
	15	20	25	30	35	40	50
E_c	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.
L' E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante E_{cm}:

$$E_{cm} = 9500\, f_c^{\frac{2}{3}} \left(N/mm^2\right)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine

$$E_c = 1,2 \cdot E_c \approx 11000\, f_c^{\frac{2}{3}} \left(N/mm^2\right)$$

con f_c si intende la resistenza media compressione.

Tabella 56.2. – **Modulo elastico secante E_{cm} del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)**

	Classe del calcestruzzo (N/mm²)								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
E_{cm}	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali (T = 20°C; U.R. > 90%) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell'analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.
Nel calcolo delle deformazioni elastiche di elementi strutturali in c.a., il valore del modulo elastico del calcestruzzo dovrebbe sempre essere determinato sperimentalmente su idonei provini prelevati durante il getto e con la necessaria attenzione alle condizioni di umidità. Infatti il modulo elastico secante a compressione (E_s) è più alto su provini saturi o comunque umidi di quello determinato sullo stesso provino asciutto, tale comportamento è sostanzialmente diverso da quanto avviene nelle prove per la valutazione della resistenza meccanica e del modulo elastico dinamico (E_d).

85.1.5. Carotaggio
La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo in *situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli previsti all'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti nel citato allegato 2; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.
L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.
La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (**UNI 6127**). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:
– fattore geometrico, cilindrico/cubico, pari a 1.2 secondo il D.M. 9 gennaio 1996 ovvero variabile fra 1.25 (R_{ck}15) 1.2 (R_{ck}60) secondo la **UNI 9858**;
– dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
– disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

85.1.5.1. Estrazione dei provini
L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con:
– macchine carotatici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI 682** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
– sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc.
Nel caso delle grandi strutture (dighe, opere marittime, ecc.) è consentito l'estrazione di grossi blocchi di calcestruzzo in

corrispondenza dell’intersezione di due o più superfici, mediante la realizzazione di piani di distacco ortogonali alle superfici libere, realizzando ad esempio una serie di fori allineati e contigui.
In occasione dell’estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei, parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.
Le norme americane **ASTM C42-90**, a differenza della norma **UNI 682**, consigliano diametri di carote non inferiori a 2 volte quello massimo dell’inerte.
Il CENT/TC11 per avere dei risultati attendibili richiede almeno 9 carote con diametro di 100 mm per zona e 3 carote per singolo elemento, per diametri inferiori a 50 mm tali valori debbono essere aumentati di 3 volte.
Campioni di piccolo diametro determinano una considerevole dispersione dei risultati, il campione di prova deve pertanto essere valutato con modelli statistici, per ottenere risultati attendibili è quindi necessario aumentare il numero di provini realizzando un campione statisticamente significativo.
Norme di riferimento: **UNI 6131, UNI 10766, ASTM C42-90**, **CENT/TC104/SC1/TG11 n. 49, draft prPEN**.

85.1.5.2. Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito
Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:
1) località e denominazione del cantiere
2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo
3) forma e dimensione dei provini
4) numero e sigla di ciascun campione
5) data del getto
6) data del prelievo delle carote
7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

85.1.5.3. Calcolo della resistenza del calcestruzzo
I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.
Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:
– le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell’elemento strutturale;
– la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
– l’influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluente ai fini della resistenza finale mentre l’asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo *(tormento)* sul campione prelevato,
per tenere conto di tali influenze, si utilizzano i fattori di conversione riportati nelle seguenti tabelle. Tali valori tendono all’unità quanto maggiore è la resistenza a compressione del calcestruzzo.

Tabella 56.3. – **Fattori di conversione fra resistenze a compressione di provini cubici con lato di 15 cm e provini cilindrici con diametro 15 cm ed altezza di 30 cm**

$R_{cub} < 25$ N/mm^2	$R_{cil} = 0{,}80\ R_{cub}$
$R_{cub} \geq 25$ N/mm^2 < 60 N/mm^2	$R_{cil} = 0{,}83\ R_{cub}$
$R_{cub} \geq 60$ N/mm^2	$R_{cil} = 0{,}85\ R_{cub}$

(da: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Tabella 56.4. – **Fattori di conversione fra resistenze a compressione misurate su provini cilindrici di pari diametro ma di diversa snellezza h/d (*)**

Snellezza h/d	1.00	2.00	4.00
Indici della resistenza a compressione di cilindri di snellezza h/d	118%	100%	92%

(*) da: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996.

Il valore di resistenza a compressione ottenuto da un campione cilindrico di calcestruzzo prelevato in opera (carota) deve essere opportunamente incrementato, per poter stimare il corrispondente valore relativo ad un calcestruzzo confezionato al momento del getto, con coefficienti che permettono di considerare correttamente l’effetto del danneggiamento subito dal campione prelevato in opera rispetto a quello semplicemente “scasserato” oppure la diversa influenza delle condizioni di posa in opera e confezionamento, compattazione, stagionatura, i valori per ciascun parametro sono compresi fra 1,05 e 1,20.
Per quanto concerne invece l’influenza del fattore di forma e della geometria dei campioni, oltre ai riferimenti già forniti nelle linee guida, la relazione correntemente più impiegata per correlare la resistenza cilindrica con la resistenza cubica di un calcestruzzo è quella fornita dal D.M. 9 gennaio 1996 - punto 4.0.2 che si riporta più avanti:

$$R_{cub} = \frac{R_{cil}}{0{,}83} \cong 1{,}20 \cdot R_{cil}$$

Esemplificando, per ricondurre il risultato determinato da campioni prelevati in *situ* alla resistenza cubica convenzionale a 28 giorni si può fare riferimento alla seguente relazione:

$$R_{cub28gg.} = \cdot \;\; \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \;\; \cdot R_{car} = (1.05 \div 1.20) \cdot (1.05 \div 1.20) \cdot 1.20 \cdot R_{carl}$$

dove:

$R_{cub.28gg}$ valore stimato della resistenza a compressione, cubica, convenzionale a 28 gg;
$R_{car:}$ valore sperimentale della resistenza a compressione determinato su una carota prelevata in opera;
· coefficiente variabile fra 1.05 e 1.20, relativo all’influenza delle operazioni di prelievo del campione;
· coefficiente variabile fra 1.05 e 1.20, relativo all’influenza delle dimensioni e delle modalità di posa, stagionatura e compattazione del getto;
· · coefficiente pari a 1.20 (D.M. 9 gennaio 1996), relativo all’influenza della forma e della geometria del campione.

Tabella 56.5. – **Fattori di correzione per provini cilindrici con rapporti h/d ≤ 2 (*)**

Rapporto Altezza/diametro h/d	**Fattori di correzione**	
	ASTM = C 42-68	**British Standard 1881-1970**
2,00	1,00	1,00
1,75	0,99	0,98
1,50	0,97	0,96
1,25	0,94	0,94
1,00	0,91	0,92

(*)da: Collepardi M., *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Milano 1991

La bibliografia specialistica ed alcune normative estere consigliano di assumere che il valore della resistenza a compressione determinata su provini prelevati in opera sia pari a circa l’80% del valore convezionale, ottenuto da provini cubici, confezionati al momento del getto.
Durante il prelievo dalle struttura, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti sarà opportuno ricorrere al impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.
Norme di riferimento: **UNI 10766.**

85.1.6. Metodo di estrazione (Pull-Out)

La prova di estrazione è un metodo semidiretto, localmente distruttivo per la misura della resistenza a compressione del calcestruzzo.
La prova consiste nell’estrazione per contrasto di un tassello Fischer BM 16 TCP entrambi posizionati in opera prima del getto (intervento preventivo), oppure di un tassello ad espansione inserito in una fase successiva al getto, Fischer-Zycon M 10 TCP (intervento post-opera).
L’estrazione viene eseguita con un opportuno martinetto il quale esercita una forza P_0 che viene a sua volta a distribuirsi sulla corona circolare di un opportuno anello di contrasto, studiato in funzione della profondità del tassello.
Si possono infatti modificare la profondità dello stelo (tassello), i diametri D dell’anello di contrasto e d della testa dello stelo (tassello), determinando in tal modo differenti valori dell’angolo β di rottura del calcestruzzo.
Le prove possono essere eseguite con due diverse procedure:
a) posizionamento sul cassero, e prima del getto di calcestruzzo, di un inserto di acciaio, o di altro materiale, di adeguata geometria e successiva estrazione dello stesso dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, il tutto nel rispetto delle specifiche previste dalla norma **UNI 9536**. La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. durante le diverse fasi di produzione: scasseratura, tesatura dei cavi, stoccaggio;
b) introduzione nella struttura, mediante foratura con idoneo utensile, di un tassello ad espansione, successiva estrazione dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**. Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell’inserto non deve essere minore di 35 mm.

85.1.7. Prova di aderenza (Pull-Off)

Il metodo Pull-Off si basa su un disco d’acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un’incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l’indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.
Dall’area del disco e dall’intensità del carico di rottura si determina la resistenza a trazione del calcestruzzo.

85.1.8. Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell’indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata.
Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l’ausilio di un calibro e di una piastrina di

riscontro.
Norme di riferimento: **ASTM C 803**.

85.2. Controlli non distruttivi

85.2.1. Prove sclerometriche

L’impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, direzione dei lavori ed impresa, nell’interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate. Rispetto ai valori così determinati è possibile accettare una dispersione dei risultati compresi il ± 10%.
Si precisa a riguardo che la procedura fin qui descritta non sostituisce in alcun modo quanto prescritto dall’allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 ma rappresenta l’unico modo per consentire l’accettazione ed il collaudo di materiali in epoca diversa da quella del confezionamento.
Nel seguito si riassumono le fasi previste dalla **UNI 9189**, della prova sclerometrica che prevede:
– la documentazione dell’attività dell’attrezzatura attraverso verifiche periodiche dello strumento e comunque con interventi di manutenzione presso la casa produttrice oltre le 500 prove;
– la pulizia, preliminare alla esecuzione della prova, delle superfici sulle quali devono essere effettuate le prove sclerometriche viene eseguita con spazzole dure e/o mole smerigliate, al fine di eliminare dal calcestruzzo le eventuali rugosità lasciate dai casseri in legno o dalla polvere di cemento indurita e depositatasi durante la vibrazione del calcestruzzo. In generale si raccomanda di asportare uno spessore superficiale di qualche millimetro.
Durante il saggio l’asse dello strumento deve essere perpendicolare alla superficie della struttura per evitare che l’eventuale inclinazione possa influenzare i risultati.

85.2.2. Rilievi microsismici o ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L’attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.
Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l’intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove *in-situ*, particolare cura nelle operazioni di prova.
Per il calcestruzzo devono impiegarsi trasduttori con frequenza oscillanti fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.
Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati deve correlarsi il modulo elastico con la resistenza a compressione.
Normativa di riferimento: **UNI 9524**, **UNI 9742**, **UNI 9771**, **ASTM C597-71 – BS 4408**.

85.2.3. Controlli con ultrasuoni

Il metodo di controllo con ultrasuoni deve essere impiegato per il controllo di diversi parametri quali la variazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo nel tempo, la valutazione dei moduli di elasticità dinamico ed elasticità dinamico di taglio, il coefficiente dinamico di Poisson, lo sforzo di compressione, l’indice percentuale dei vuoti, la stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo, la presenza di difetti interni, la valutazione dell’entità di fessure superficiali o di strati danneggiati, gli effetti prodotti da basse temperature, lo spessore di elementi strutturali, ecc.
Norme di riferimento: **UNI 8555**, **UNI 8769**, **UNI 9094**, **UNI 9437**.

85.2.4. Metodo delle correnti indotte

Per l’applicazione del metodo delle correnti indotte si rimanda alle seguenti norme:
UNI 9190-1 – *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Generalità.*
UNI 9190-2 – *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione*.
UNI 9190-2 – *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione*.
UNI 9190-3 – *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Caratteristiche principali delle apparecchiature*.

85.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo

L’idoneità di agenti adesivi strutturali per l’applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:
– adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento
– adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.
Per i requisiti d’accettazione dei prodotti e sistemi, Metodi per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo si rimanda alla **UNI EN 1799.**

Art. 86 – RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI

L’entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali da realizzare, è stabilita dal D.M. 9 gennaio 1996, come riportata nella seguente tabella.

Tabella 57.1. – **Entità minima del copriferro**

Struttura	Ambiente non aggressivo (cm)	Ambiente non aggressivo (cm)
Solette, setti, pareti	≥ 0,8	≥ 2
Pilastri e travi	≥ 2	≥ 4

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate almeno una volta il diametro delle barre stesse ed in ogni caso non meno di 2 cm. In caso di accoppiamento delle barre la mutua distanza tra le coppie deve essere di almeno 4 cm.
L’eventuale rilevazione dei ferri d’armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione.
Il valore del copriferro è stimato in funzione dell’entità dell’assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumento, noto di già il diametro della barra d’acciaio o determinandolo come appresso.
Per maggiore sicurezza è consigliabile ripetere la prova utilizzano un altro spessore. La precisione della tecnica è stimata in circa 10%.

Art. 87 – CONTROLLI SULLE ARMATURE

87.1. Modalità di prelievo e metodi di prova

Per quanto segue si fa riferimento al D.M. 9 gennaio 1996, Parte generale.
Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma **UNI ENV 10080**, salvo quanto stabilito ai punti 2.2.8.2, 2.2.8.3 dello stesso D.M. 9 gennaio 1996, per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici f_{yk} o $f_{(0,2)k}$ e f_{tk}.

87.2. Controlli in stabilimento

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate negli allegati 4, 5 e 6 del D.M. 9 gennaio 1996. Queste prevedono che i valori caratteristici f_{yk} o $f_{(0,2)k}$ e f_{tk} e, per barre e fili ad aderenza migliorata l’indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato D.M. 9 gennaio 1996.
Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e marchiate secondo quanto prescritto nel punto 2.2.9 del D.M. 9 gennaio 1996 La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi a quella di spedizione. Tale periodo può essere prolungato fino a 6 mesi qualora il produttore abbia comunicato ufficialmente al Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo di avere sospeso la produzione, nel qual caso il certificato dovrà essere accompagnato da copia di detta comunicazione. Qualora la sospensione della produzione si protragga per oltre 5 mesi, la procedura di qualificazione dovrà essere ripresa *ab initio*.

87.3. Prodotti provenienti dall’estero

Gli adempimenti di cui al punto 2.2.8.2 del D.M. 9 gennaio 1996 si applicano anche ai prodotti provenienti dall’estero.
Per i prodotti provenienti da Paesi della Comunità economica europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma del punto 2.2.8.3 del citato D.M. 9 gennaio 1996, inoltrare al Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale domanda intesa ad ottenere il trattamento all’equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.
L’equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

87.4. Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 2.2.8.2 e allegati 4 e 5 del D.M. 9 gennaio 1996 in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri, da 5 a 10 mm, da 12 a 18 mm, oltre 18 mm, per ciascuna partita prescelta, sempreché il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Le prove si effettuano presso un laboratorio, ex art. 20 legge n. 1086/1971, Ufficiale o in Concessione e riguardano la resistenza e la duttilità. I valori caratteristici delle grandezze f_y o $f_{(0,2)k}$ e f_t si valutano detraendo dalla media dei corrispondenti valori di snervamento e rottura, riferiti ad uno stesso diametro, rispettivamente 10 N/mm^2 per f_y o $f_{(0,2)k}$ e 20 N/mm^2 per f_t.
Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal produttore, il direttore dei lavori disporrà la ripetizione della prova su sei ulteriori campioni dello stesso diametro; in tal caso dalle medie dei nove valori si detraggono rispettivamente 20 N/mm^2 per f_y o $f_{(0,2)k}$ e 30 N/mm^2. Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al produttore, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per i controlli in stabilimento (cfr. Allegati 4 e 5 del D.M. 9 gennaio 1996).
L’ulteriore risultato negativo comporta l’inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l’esame di sei nuovi spezzoni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l’inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori dovrà comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio ufficiale incaricato del controllo in stabilimento che al Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.
I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l’indicazione del marchio identificativo di cui al punto 2.2.9 del D.M. 9 gennaio 1996, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

87.5. Tolleranze

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.
Qualora le sezioni effettive risultassero inferiori a tale limite, nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze indicate nel prospetto 83.1.

Prospetto 58.1.

Diametro nominale, mm	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l’impiego	± 10	± 10	± 10	± 8	± 8	± 8	± 8	± 6	± 6	± 6	± 6
Diametro nominale, mm	22	24	25	26	28	30					
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l’impiego	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5					

Nell’elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulla sezioni effettiva delle barre lisce e sulla sezione effettiva del tondino equipesante, ricavato per pesata, per le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata.
Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l’impiego è di ± 4% per tutti i diametri.

87.6. Marchiatura per identificazione

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all’Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.
A tali produttori è fatto obbligo di depositare il «marchio» (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

Art. 88 – COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A.

Ai sensi del punto 3 della Parte I del D.M. 9 gennaio 1996, il collaudo statico di cui all’art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, oltre al controllo del corretto adempimento delle prescrizioni formali di cui agli articoli 4, 6 e 9 della suddetta legge, nonché dell’art. 5, ove il collaudo sia stato affidato in corso d’opera, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:
a) ispezione generale dell’opera nel suo complesso con particolare riguardo a quelle strutture o parti di strutture più significative da confrontare con i disegni esecutivi depositati in cantiere;
b) esame dei certificati delle prove sui materiali, che si articola:
– nella verifica della congruità del numero dei prelievi effettuati e della conformità delle procedure di prelievo a quanto previsto dal D.M. 9 gennaio 1996 e relativi allegati;
– nel controllo dei risultati delle prove e della loro compatibilità con i limiti e criteri d’accettazione fissati nei citati allegati;
c) verifica della documentazione di accompagnamento, bolle, d.d.t., certificati dei controlli periodici di stabilimento, delle barre d’armatura, dei trefoli, dei profilati, dei bulloni, dei procedimenti di saldatura, delle armature per calcestruzzo normale o precompresso;
d) controllo dei verbali, e della relativa documentazione tecnica, delle prove di carico eventualmente disposte in corso d’opera dal direttore dei lavori;
e) esame dell’impostazione generale della progettazione strutturale, degli schemi di calcolo e delle azioni considerate.
Inoltre, nell’ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:
a) di effettuare quegli accertamenti utili per formarsi il convincimento della sicurezza dell’opera, quali:
– prove di carico da eseguirsi secondo le modalità previste dal punto 3.2 del D.M. 9 gennaio 1996;
– saggi diretti sui conglomerati con prelievi di campioni e controllo delle armature;
– controlli non distruttivi sulle strutture;
b) documentazione integrativa di progetto.

Art. 89 – COLLAUDO STATICO DEGLI EDIFICI IN MURATURA

Il collaudo statico degli edifici in muratura dovrà comprendere i seguenti accertamenti:
a) ispezione generale dell’opera nel suo complesso con particolare riguardo a quelle parti di strutture più significative da confrontare con i disegni esecutivi progettuali;
b) esame dei certificati di prove sui materiali, quando prescritte;

c) esame delle risultanze delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal direttore dei lavori;
d) controllo che l’impostazione generale della progettazione strutturale sia coerente con le presenti norme.
Inoltre, potranno discrezionalmente essere richiesti i seguenti ulteriori controlli:
– prove di carico, eventualmente integrative di quelle già effettuate a cura del direttore dei lavori
– saggi diretti sulle murature o sui singoli elementi resistenti
– controlli non distruttivi sulla struttura.
Potranno altresì essere richieste documentazioni integrative di progetto atte a definire compiutamente lo schema strutturale assunto o a meglio specificare dati incerti o non quantificati assunti a base della progettazione dell’edificio.

Art. 90 – COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE

90.1. Generalità

Gli interventi di collaudo statico delle opere di sostegno e di fondazione sono previsti dal punto A.4 del D.M. 11 marzo 1988 recante «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione».
Il collaudo statico dovrà accertare la risposta prestazionale delle opere eseguite, la conformità alle prescrizioni di progetto nonché il rispetto di quando previsto dalla normativa vigente. Le attività di collaudo comprenderanno, oltre alla verifica dei documenti progettuali, il rilievo, con metodi non distruttivi, della consistenza delle opere realizzate, anche l’esecuzione di prove di carico e rilievi sperimentali finalizzati a controllare l’efficienza e la qualità delle opere realizzate.
Il Collaudatore potrà comunque prevedere, nell’ambito del proprio mandato, ulteriori indagini, prove ed attività sperimentali finalizzate sempre ad integrare i dati a lui trasmessi e/o comunque acquisiti.

90.2. Prove di carico su pali di fondazione

90.2.1. Generalità

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo palo – secondo il citato D.M. 11 marzo 1988 – possono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da determinare la rottura del sistema palo-terreno, tali prove vengono eseguite nella fase di progetto e si rendono necessarie per verificare la correttezza delle ipotesi assunte in merito all’interazione terreno-struttura ed al conseguente meccanismo di rottura. Per quanto riguarda invece le prove di collaudo le norme prevedono che il carico di collaudo superi il valore del carico di esercizio per un fattore pari 1,5 per pali con diametro inferiore a 800 mm e per un coefficiente eventualmente inferiore a 1,5, per diametri del palo superiori ad 800 mm, scelto dal collaudatore statico o dal direttore dei lavori. Obiettivo di tali prove è la determinazione di diagrammi significativi carico-cedimenti della testa del palo in funzione anche dei tempi.
Il numero e l’ubicazione dei pali da sottoporre alla prova di carico sono in funzione dell’importanza dell’opera e delle caratteristiche litologiche dei terreni di fondazione. Le norme prevedono un numero di prove, salvo ipotesi più restrittive, pari all’1% del numero totale dei pali, con un minimo comunque di 2.
Particolare interesse hanno assunto negli ultimi dieci anni i metodi di controllo di tipo non distruttivo ed indiretto, finalizzati a valutare la qualità della produzione dei pali oltre che stimare, qualitativamente, le caratteristiche meccaniche del palo e l’interazione palo-terreno.

90.2.2. Prove di carico verticale

Le prove di carico verticale permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall’applicazione di un carico verticale sulla testa del palo, i risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa palo, pertanto la prova viene limitata nel tempo, dallo stabilizzarsi dei valori rilevati. Un carico applicato gradualmente per incrementi di carico, in condizioni statiche, può considerarsi stabilizzato per variazioni di cedimento inferiori a 0,01 mm. La prova può essere eseguita con un unico ciclo, fino al raggiungimento del carico di collaudo Q_c, pari a $1,5 \cdot Q_e$, per incrementi di carico ΔQ pari a $Q_e/4$, attendendo per ogni incremento di carico lo stabilizzarsi dei cedimenti e comunque per un tempo Δt non inferiore a 10 min. raggiunto il carico di collaudo questo sarà mantenuto per un tempo minimo di 2h. Lo scarico può seguire le stesse modalità del carico, dimezzando però i decrementi di carico. Terminato lo scarico il cedimento residuo misurato in due tempi successivi, t_1 e t_2, non dovrà differire per più di 0,01 mm.
La direzione dei lavori ovvero il collaudatore individueranno il numero e l’ubicazione dei pali da sottoporre a prova, in numero non inferiore a due prove, con una frequenza minima di una prova ogni cento pali. Le frequenze sopra indicate rappresentano dei minimi inderogabili, al disotto dei quali è vietato scendere anche per opere di modesta importanza, nel caso invece di strutture di media importanza, sotto il profilo dell’impegno statico, sarà quanto mai opportuno disporre delle frequenze di controllo superiori ai minimi sopra richiamati.
Le prove di carico in funzione delle finalità attribuite vengono classificate in:
1) *prova di progetto su palo pilota*, il carico viene applicato fino alla rottura del sistema palo/terreno e comunque fino ad un carico pari ad almeno 3 volte il carico di esercizio è una prova di tipo distruttivo. La prova viene eseguita su pali pilota, non interessati dalle strutture dell’opera, appositamente realizzati, con le stesse modalità esecutive della palificata di progetto, ubicato in prossimità della palificata, su un sito caratterizzato dagli stessi litotipi e dalla stessa stratigrafia. Nella configurazione più speditivi la prova permette di determinare il carico limite del palo pilota, opportunamente strumentato, con celle di carico alla punta ed estensimetri lungo la superficie laterale, consente di studiare i complessi meccanismi d’interazione palo/terreno arrivando ad una stima della resistenza laterale e della resistenza alla punta in funzione del tempo e del carico;
2) *prova di collaudo,* è una prova di tipo non distruttivo dove il carico applicato è generalmente pari a 1,5 volte il carico di esercizio previsto per il singolo palo, tale carico può essere ridotto, in conseguenza delle difficoltà operative a realizzare

la struttura di contrasto, per pali di grande diametro e per carichi di esercizio elevati. La prova deve essere eseguita su almeno 2 pali, scelti a caso, della palificata, e con un minimo di una prova ogni cento pali. Lo scopo di tale prova è quello verificare, in corso d’opera o dopo la loro ultimazione, la buona esecuzione ma soprattutto la risposta prestazionale alle ipotesi di progetto. Infatti il controllo della qualità dei pali e delle modalità esecutive deve essere impostato su criteri, forse più qualitativi dei quali verranno date alcune indicazioni più avanti, ma che riescano ad interessare un numero maggiore di pali ma soprattutto pali non predeterminati e scelti con un metodo casuale.

90.2.3. Presentazione dei risultati
I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:
– carico/cedimento
– tempo/carico
– tempo/cedimento.
e relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

90.2.3.1. Prove di carico orizzontale
Le prove di carico orizzontale vengono eseguite per valutare le entità degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni della testa del palo, degli spostamenti orizzontali in profondità sotto l’azione dei carichi orizzontali di esercizio e dei parametri geotecnici assunti per il calcolo del palo.

90.2.3.2. Applicazione del carico
Il carico di prova si ottiene utilizzando un martinetto idraulico applicato tra la testa del palo ed un elemento di contrasto che può essere anche un altro palo realizzato comunque ad opportuna distanza in modo da prevenire eventuali interazioni tra i movimenti di ciascun palo. Tra i due pali viene poi inserita da un lato una trave orizzontale e dall’altra il martinetto.
Il sistema di applicazione del carico deve avere capacità non inferiore al carico massimo orizzontale previsto (carico di esercizio + carico dinamico massimo).

90.2.3.3. Misura degli spostamenti in testa e in profondità
La precisione delle misure di spostamento non deve essere inferiore a 1/10 mm mentre la precisione della misura della rotazione deve essere di almeno 1 mm/metro, quest’ultima può essere effettuata con inclinometri.
La misura degli spostamenti orizzontali in profondità è solitamente basata sull’uso di sonde inclinometriche o di inclinometri fissi.
Le misure di inclinazione devono essere eseguite per tutta la profondità alla quale sono previsti spostamenti significativi.
Le prime letture a palo scarico (letture di zero) devono essere effettuate con la massima accuratezza e ripetute due o tre volte, poiché ad esse vengono riferite tutte le misure successive.
Anche quando la deformata del palo viene rilevata mediante sonda inclinometrica è opportuno effettuare, a scopo di controllo, misure indipendenti dagli spostamenti orizzontali, ed eventualmente dalle rotazioni presso la testa.
L’interpretazione delle misure relative a questa prova, richiede la conoscenza della rigidezza flessionale del palo alle varie profondità. Nei pali tubolari in acciaio vanno perciò misurati diametro e spessore delle pareti in più punti prima della loro infissione. Nei pali gettati in opera la geometria del palo può essere dedotta o in base ai successivi volumi di calcestruzzo gettato o da misure del diametro del foro effettuate a diverse profondità con apposito calibro. Il modulo di elasticità del calcestruzzo del palo dovrebbe essere ricavato sperimentalmente su provini.

90.2.3.4. Presentazione dei risultati
I risultati della prova di carico orizzontale su palo di fondazione vengono presentati con diagrammi analoghi a quelli della prova di carico verticale:
– carico/spostamento orizzontale
– tempo/carico
– tempo/rotazione
– tempo/spostamento orizzontale.
Se sono state effettuate letture inclinometriche alle diverse profondità (z), vengono costruite le curve i(z), una per ciascun valore del carico applicato in testa.

90.2.4. Verbale di prova di carico su palo di fondazione
Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:
a) individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
b) data ed ora della prova;
c) localizzazione del palo cui verrà effettuata la prova di carico;
d) descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
e) descrizione dell’eventuale strumentazione collocata all’interno del palo;
f) curve di taratura degli strumenti utilizzati;
g) grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

90.3. Controlli non distruttivi sui pali di fondazione
La direzione dei lavori oltre alle prove di tipo distruttivo (prove di carico verticale od orizzontale, prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme) potrà chiedere all’impresa anche l’esecuzione di controlli

non distruttivi di tipo dinamico sui pali di fondazione in modo da individuare gli eventuali difetti, controllarne la continuità e lunghezza:
– prove a basse deformazioni (prova di ammettenza meccanica verticale, prova di eco sonico o della risposta impulsiva, ecc.) quando vengono analizzate in termini di propagazione dell’onda d’urto in un mezzo monodimensionale elastico-lineare;
– prove ad alte deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell’onda d’urto in un mezzo monodimensionale con vincoli elasto-visco-plastici.
Quando si trascura la deformabilità longitudinale del palo la prova è di tipo cinematico.
Altre prove non distruttive possono essere del tipo ultrasonico come il carotaggio sonico, il cross-hole.

Art. 91 – CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO

91.1. Generalità

I controlli richiesti per le strutture in acciaio potranno essere i seguenti:
1) esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;
2) controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
3) controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**;
4) controllo della corretta esecuzione delle saldature.
Data la complessità delle problematiche è consigliabile che il collaudatore si avvalga del supporto di strutture specializzate in questo genere di controlli aventi personale ed attrezzature adeguate.
Norme di riferimento:
CNR UNI 10011 – Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

91.2. Prove preliminari di qualifica dei procedimenti di saldatura

L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma **UNI 5132** esime da ogni prova di qualifica del procedimento. Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:
– l'attitudine ad eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
– la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale base;
– la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio Fe 360 ed Fe 430 e a 4 volte lo spessore per l'acciaio Fe 510;
– la resilienza su provette intagliate a V secondo **EN 10045/1[a]**, ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a + 20°C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0°C, o a 0°C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura ad elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.
I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo gli spessori più significativi della struttura.

91.3. Classi delle saldature

Per giunti testa a testa, od a croce od a T, a completa penetrazione, si distinguono due classi di giunti:
Prima classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo la norma **UNI 5132** – Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova – o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9.1.96 e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.
Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della **UNI 7278** – Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.
L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.
Seconda classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo **UNI 5132** o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9 gennaio 1996 e realizzati ugualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.
Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della **UNI 7278**.
L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti con il materiale base.
Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasonori deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in relazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dalla ditta esecutrice, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.
Per i giunti a croce o a T, a completa penetrazione nel caso di spessori t > 30 mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.
Nel caso di giunto a croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le due saldature, dovrà essere previamente

accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazioni accentuate.
I giunti con cordoni d'angolo, effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 di cui alla norma **UNI 5132** – Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova – o con gli altri procedimenti indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9 gennaio 1996, devono essere considerati come appartenenti ad una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni.
Il loro controllo verrà di regola effettuato mediante sistemi magnetici; la sua estensione verrà stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista e in base ai fattori esecutivi già precisati per gli altri giunti.

91.4. Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature come il collaudo e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali.
Tuttavia le caratteristiche particolari del procedimento di giunzione mediante saldatura suggeriscono l’esecuzione di controlli in senso più lato, comprendente oltre al collaudo vero e proprio della saldatura, prove, verifiche preliminari e ispezioni in corso d’opera per prevenire esecuzioni errate prima del loro collaudo finale. Una corretta e scrupolosa progettazione strutturale dovrebbe essere completata da una corretta esecuzione delle opere, eseguendo gli opportuni controlli in corso d’opera, specie in presenza di saldature di significative parti della struttura, ciò per evitare riduzioni del coefficiente di sicurezza, che falserebbero le previsioni teoriche di calcolo.
Per un’ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:
– controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l’influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
– valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell’opera, dell’effetto di fattori di cui non è definibile a priori l’influenza e che possono essere collegati all’impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
– applicazione di tutte le precauzioni che l’esperienza e le regole dell’arte suggeriscono;
– valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell’opera.
Il controllo delle saldature avviene nelle seguenti tre fasi:
1) verifiche e prove preliminari
2) ispezione durante la preparazione e l’esecuzione delle saldature
3) controllo diretto dei giunti saldati.
La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l’esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l’esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l’esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all’officina tutti i dati necessari e l’adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.
Con l’ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all’officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.
Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.
Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

Tabella 62.1. – **Controllo di qualità delle strutture saldate**

Controllo indiretto	Controllo diretto
Esame della documentazione tecnica	Distruttivo
Prove di qualifica dei saldatori	Semidistruttivo
Prove di saldabilità dei materiali base	Non distruttivo
Prove sui materiali d’apporto	
Prove di qualifica dei procedimenti	

91.5. Difetti delle saldature

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi (1):
– *disomogeneità metallurgiche* (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed il materiale

(1) Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite monolitiche. Qualora detta continuità sia imperfetta, si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.
Le condizioni di servizio possono, ad esempio determinare inconvenienti come:
– cricche (da attacco corrosivo, da tensocorrosione, da fatica, ecc.);
– cavità superficiali provocate da corrosioni;
– alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;
– precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);
– *discontinuità metalliche*, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, cricche o inclusioni di scorie.
I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.
I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.
Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

91.5.1. Cricche
Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche.
Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

91.5.2. Difetti esterni o di profilo
I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come segue:
a) Eccesso di sovrametallo. È riscontrabile nei giunti di testa. Erroneamente l'eccesso di sovrametallo non è considerato un difetto perché il maggiore spessore della saldatura può offrire al giunto una resistenza più elevata. Ma in certe condizioni di servizio, come fatica, urti, bassa temperatura, un giunto del genere è meno resistente di uno di forma regolare a causa delle discontinuità geometriche che si creano ai bordi del metallo stesso.
b) Cordone d'angolo troppo convesso. È tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo.
c) Incisioni marginali. Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore.
d) Irregolarità superficiale. Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denuncianti i punti di ripresa, ecc.
e) Slivellamento dei lembi, dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;
f) Spruzzi e sputi. Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG.
g) C*olpi d'arco*. Consistono in una fusione, localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

91.5.3. Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti
Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.
È necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:
a) sollecitazioni statiche. I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio ed una diminuzione della capacità di carico del giunto;
b) sollecitazioni di fatica. L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui da luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.
c) servizio a bassa temperatura. Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.
I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

91.6. Controlli non distruttivi

91.6.1. Metodo dei liquidi penetranti
I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.
Le fasi del metodo sono le seguenti.
1. Pre-lavaggio. Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, ecc. per pezzi usati.

2. Applicazione. Consiste nell’applicazione del liquido penetrante (2) sulla superficie dell’elemento per immersione, tamponatura o spruzzo.
3. Lavaggio. Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell’elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato.
4. Sviluppo. Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto.
5. Osservazione. Ha lo scopo di valutare ed interpretare l’entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

91.6.1.1. Norme riferimento
UNI 8374 – *Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove*.
UNI EN 1289 – *Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti – Livelli di accettazione*.
UNI EN 473 – *Qualifica e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali*.
UNI EN 571-1 – *Prove non distruttive – Esame con liquidi penetranti – Principi generali*.
UNI EN ISO 3452-4 – *Prove non distruttive – Esame con liquidi penetranti – Attrezzatura*.

91.6.2. Metodo magnetico
Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell’elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi.
Il metodo si applica nelle seguenti fasi:
1) magnetizzazione preliminare, qualora necessaria, per l’eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell’elemento;
2) sgrassaggio superficiale dell’elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;
3) magnetizzazione. Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato. Il campo magnetico può essere generato facendo attraversare l’elemento da corrente elettrica (alternata, continua o raddrizzata in semionda);
4) applicazione della polvere magnetica;
5) ispezione per l’individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;
6) smagnetizzazione finale dell’elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione od ulteriore controllo.
Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi, sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

91.6.3. Metodo ultrasonico
Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell’elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. È utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione.
I metodi ultrasonici si possono classificare in:
– *tecnica per trasmissione o per trasparenza*. La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l’elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;
– *tecnica per riflessione*. La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l’energia degli ultrasuoni, continui o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell’elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con uno oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione), la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;
– *tecnica per risonanza*. La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l’elemento viene attraversato da un’onda ultrasonica continua;
– *tecnica ad echi multipli*. La tecnica è una variante di quella per riflessione.

Norme di riferimento:
UNI 7603 – *Prove non distruttive dei materiali ferrosi. Controllo con ultrasuoni delle saldature longitudinali od elicoidali dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso*.
UNI 8769 – *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione*.
UNI 9094 – *Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi*.
UNI EN 10246-7 – *Prove non distruttive dei tubi di acciaio – Controllo automatico con ultrasuoni per la ricerca di imperfezioni longitudinali su tutta la circonferenza di tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).*
UNI EN 1712 – *Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati – Livelli di accettabilità.*
UNI EN 1714 – *Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati*.
UNI EN 27963 – *Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n° 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature*.
UNI EN 473 – *Qualifica e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali*.
UNI EN 583-1 – *Prove non distruttive – Esame ad ultrasuoni – Principi generali*.
UNI ISO 9305 – *Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo con ultrasuoni su tutta la*

(2) Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

circonferenza per la rilevazione di imperfezioni trasversali.
UNI ISO 9764 – *Tubi di acciaio saldati per resistenza elettrica o a induzione per impieghi a pressione. Rilevazione delle imperfezioni longitudinali nel cordone di saldatura mediante controllo con ultrasuoni*.

91.6.4. Metodo radiografico
L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino ad una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola – posta alle spalle dell'elemento – sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro.
Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non da regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.
Norme di riferimento:
UNI 7278 – *Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.*
UNI 10660 – *Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali*.
UNI EN 12517 – *Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo radiografico dei giunti saldati – Livelli di accettabilità*.
UNI EN 1330-3 – *Prove non distruttive – Terminologia – Termini utilizzati nel controllo radiografico industriale*.
UNI EN 1435 – *Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo radiografico dei giunti saldati*.
UNI ISO 4993 – *Getti di acciaio. Controllo radiografico*.

91.7. Strutture imbullonate
I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:
– gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite)
– dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite
– rondelle.
In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

91.7.1. Esecuzione e controllo delle unioni
Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.
La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.
Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:
a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di ± 5%. Il valore della coppia di serraggio T_s, da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale N_s presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove d è il diametro nominale di filettatura del bullone, $N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$, essendo A_{res} l'area della sezione resistente della vite e f_{kN} tensione di snervamento.
La norma **CNR 10011** detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

Tabella 62.2. – **Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)**

Diametro D (mm)	Area resistente A_{res} (mm^2)	Coppia di serraggio Ts (N· m)					Forza normale Ts (kN)				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198

27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio la norma **CNR UNI 10011** consiglia di procedere nel seguente modo:
– serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
– ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.
Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:
– si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
– dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.
Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.
Nella pratica esecutiva del controllo in *situ* si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

Art. 92 – DISPOSITIVI DI CHIUSURA DI CADITOIE STRADALI

92.1. Prove

Tutti i dispositivi di chiusura devono essere sottoposti a prove nelle condizioni di servizio secondo le prescrizioni del punto 8 e seguenti della **UNI EN 124**, ad eccezione dei dispositivi da riempire che devono essere sottoposti a prova prima del loro riempimento:
– misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione di 2/3 del carico di prova (punto 8.3 **UNI UN 124**);
– applicazione del complessivo carico di prova (punto 8.3 **UNI UN 124**).
I carichi di prova saranno applicati con una pressa idraulica mediante punzone di prova con asse verticale applicato al centro geometrico della superficie del coperchio. Tali carichi, che dovranno essere distribuiti uniformemente su tutta la superficie del punzone applicato sul coperchio, dipenderanno dalla classe come indicato nel prospetto VI della **UNI EN 124**.
L'apparecchiatura di prova dovrà avere le caratteristiche prescritte dal punto 8.2 della **UNI EN 124**.

92.2. Misura della freccia residua

Il carico di prova dovrà essere applicato, con velocità di incremento compresa fra 1 kN/s e 3 kN/s, fino ai due terzi del carico di prova e rilasciandolo successivamente, ripetendo l'operazione per 5 volte.
Al termine dei cicli dovrà essere misurata la freccia residua come differenza dei valori misurati all'applicazione del primo e dopo l'ultimo incremento di carico, i valori della freccia residua non dovranno superare quelli ammissibili riportati nel prospetto VIII della **UNI EN 124**.
Nei coperchi in calcestruzzo armato, dopo l'esecuzione della prova, non devono manifestarsi fessurazioni, di larghezza superiore a 0,2 mm.

92.3. Applicazione del carico di prova

Il carico di prova dovrà essere applicato dopo l'esecuzione della prova di misura della feccia residua con gli stessi incrementi di velocità e senza interruzioni fino al suo raggiungimento.
La prova si riterrà valida se non si manifesteranno:
– fessurazioni per i coperchi composti da ghisa e acciaio, eventualmente in associazione al calcestruzzo;
– perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature.

Art. 93 – TUBAZIONI: PROVE IN OPERA

93.1. Generalità

Le modalità di prova per il collaudo idraulico sono riportate nei punti specifici seguenti.
In ogni caso, per tutti i tipi di tubazioni valgono le seguenti prescrizioni di prova:

- si sottoporranno a pressione interna tratti di tubazioni parzialmente interrate con giunti scoperti, la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade ecc. già inseriti nella condotta stessa;
- in casi particolari, o su richiesta dell'impresa, potrà essere ammesso di eseguire le prove con tubazioni anche completamente interrate; l'impresa non avrà diritto in nessun caso ad alcun compenso per la ricerca ed individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione;

- le testate terminali delle tratte di condotte in prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature, fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta;

93.2. Tubazioni a pelo libero

93.2.1. Tubazioni in gres

Per il collaudo si utilizzano colonne di liquido o adeguati manometri. La lettura deve riferirsi al punto più basso del tratto esaminato. Le tubazioni a pelo libero vanno collaudate ad una sovra pressione di 50 kPa (0,5 bar), misurata sopra il punto più basso bagnato dall'acqua del tratto esaminato.
Per un tempo preliminare di circa 24 ore la tubazione va tenuta completamente piena.
E' previsto un tempo preliminare di circa un'ora durante il quale deve essere mantenuta (anche rabboccando) la pressione di collaudo di 50 kPa.
La prova di collaudo ha una durata di 15 minuti, durante i quali la pressione di collaudo instaurata all'inizio della prova va mantenuta, eventualmente rabboccando costantemente l'acqua in modo da mantenere costante il livello della colonna liquida.
Il quantitativo d'acqua rabboccato va misurato.
La tubazione viene considerata impermeabile all'acqua se i giunti risultano a tenuta stagna e se i rabbocchi d'acqua durante la prova di collaudo (15 minuti) non superano il valore di 0,10 litri/m2 di superficie interna bagnata.
Se durante il collaudo si notano punti di perdita nella tubazione, la prova va sospesa immediatamente e se necessario i tubi difettosi vanno sostituiti.

93.2.2. Tubazioni in PVC o PE

Per il collaudo si utilizzano colonne di liquido o adeguati manometri. La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 kPa e una pressione minima di 10 kPa misurata sulla generatrice superiore del tubo.
La prova di collaudo ha una durata di 30 minuti, durante i quali la pressione di collaudo instaurata all'inizio della prova va mantenuta entro un range di ± 1 kPa (0.01 bar), eventualmente rabboccando con acqua.
Il quantitativo d'acqua aggiunto durante la prova per soddisfare questo requisito va misurato.
Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità d'acqua aggiunta non è maggiore di:
- 0,04 l/m^2 (di superficie interna bagnata) nel tempo di 30 min per le tubazioni;
- 0,05 l/m^2 nel tempo di 30 min per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti;

Se durante il collaudo si notano punti di perdita nella tubazione, la prova va sospesa immediatamente e se necessario i tubi difettosi vanno sostituiti.

93.2.3. Tubazioni in calcestruzzo

Per il collaudo si utilizzano colonne di liquido o adeguati manometri. La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 kPa e una pressione minima di 10 kPa misurata sulla generatrice superiore del tubo.
Per un tempo preliminare di circa 24 ore la tubazione va tenuta completamente piena.
E' previsto un tempo preliminare di circa un'ora durante il quale deve essere mantenuta (anche rabboccando) la pressione di collaudo di 50 kPa.
La prova di collaudo ha una durata di 30 minuti, durante i quali la pressione di collaudo instaurata all'inizio della prova va mantenuta entro un range di ± 1 kPa (0.01 bar), eventualmente rabboccando con acqua.
Il quantitativo d'acqua aggiunto durante la prova per soddisfare questo requisito va misurato.
Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità d'acqua aggiunta non è maggiore di:
- 0,15 l/m^2 (di superficie interna bagnata) nel tempo di 30 min per le tubazioni;
- 0,20 l/m^2 nel tempo di 30 min per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti;
- 0,40 l/m^2 nel tempo di 30 min per i pozzetti e le camere di ispezione.

Se durante il collaudo si notano punti di perdita nella tubazione, la prova va sospesa immediatamente e se necessario i tubi difettosi vanno sostituiti.

93.3. Tubazioni in pressione

93.3.1. Tubazioni in ghisa

La pressione di collaudo sarà pari a 1.5 volte la pressione di esercizio per condotte con pressione di esercizio ≤ 1 MPa (10 bar), mentre per condotte con pressione di esercizio superiore la pressione di collaudo sarà pari a quella di esercizio più 0.5 Mpa (5 bar).
Si dovranno comunque osservare i seguenti limiti alla pressione di collaudo:
- non superare il valore di progetto dei blocchi di ancoraggio;
- mantenerla per almeno 2 ore;
- non dovrà variare di ± 35 kPa (0.35 bar) durante il collaudo;
- non dovrà superare il doppio della pressione nominale delle valvole e degli idranti se presenti;
- non dovrà superare la pressione delle valvole quando l'estremità della tratta di condotta in prova le comprenda.

La tratta di condotta sarà riempita lentamente e la pressione di prova specificata sarà applicata a mezzo di una pompa.
E' buona norma consentire alla tratta di stabilizzarsi alla pressione di collaudo prima di eseguire la prova di tenuta.

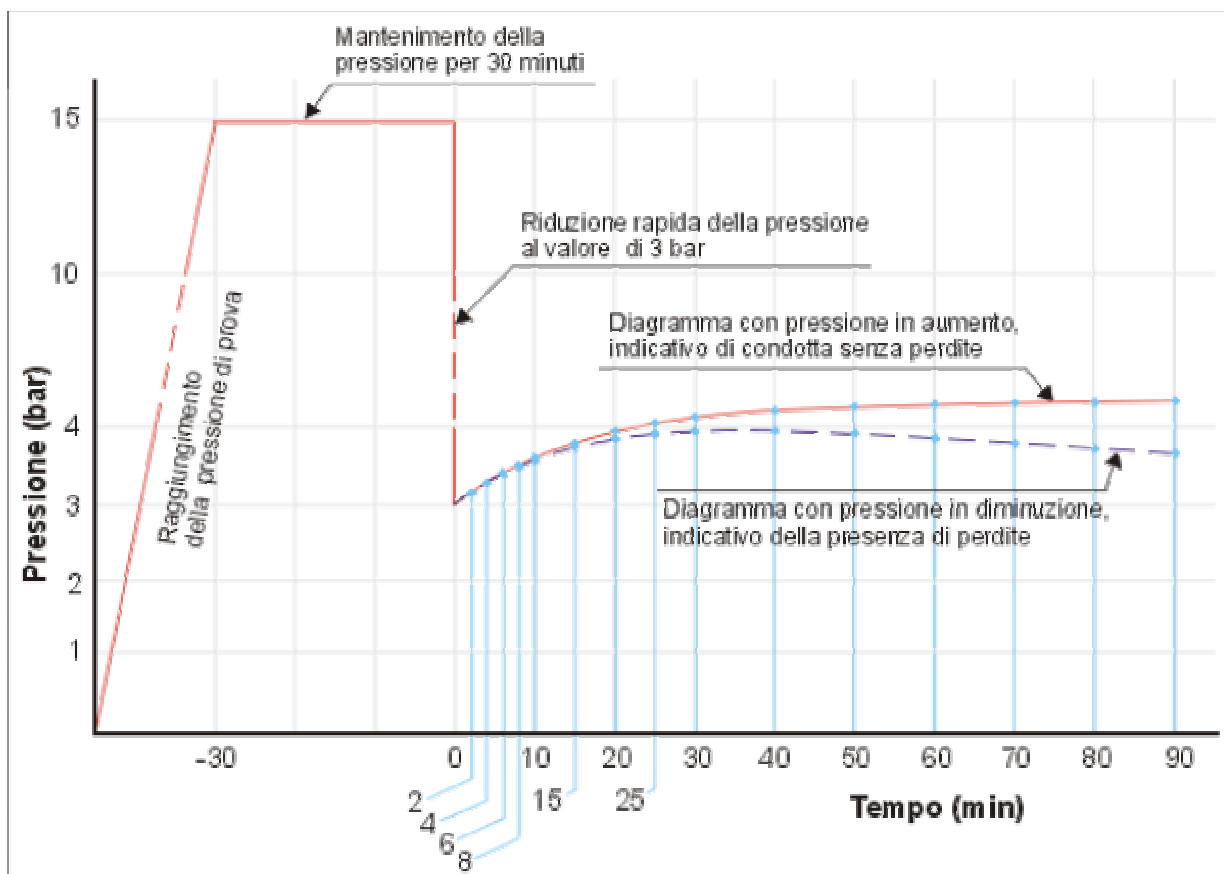
Prima di applicare la pressione di collaudo occorre espellere completamente l’aria in condotta.
Durante il collaudo si esamineranno accuratamente tutti i giunti, i tubi visibili, i pezzi speciali, le valvole e gli idranti.
Qualunque pezzo danneggiato o difettoso individuato durante la prova sarà riparato o sostituito e la prova dovrà essere ripetuta.
Si definisce perdita la quantità d’acqua che occorre immettere nella condotta per mantenere la pressione entro ± 35 kPa (0.35 bar) dalla pressione di collaudo specificata.
Non si esprimerà la perdita in termini di calo di pressione per intervallo di tempo.
la condotta non sarà considerata collaudata positivamente se la perdita è superiore a quella determinata dalla seguente formula:

$$Q(l/h) = \frac{L(m) \cdot \phi(mm) \cdot P^{0,5}(bar)}{70400}$$

dove Q è la perdita in litri/ora;
L è la lunghezza della tratta di collaudo in metri;
ϕ è il diametro della tubazione in millimetri;
P è la pressione di collaudo in bar.

93.3.2. Tubazioni in acciaio
Le lunghezze dei tronchi da collaudare saranno quelle aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, sfiati, scarichi per consentire di aver a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica. Avranno comunque lunghezza di 500 m circa.
Quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco in acciaio.
Nelle normali condizioni di posa dentro lo scavo, è necessario coprire un tubo per circa 2/3 della sua lunghezza con un cumulo (cavallotto) di terra. L’altezza del ricoprimento può essere fissata con criterio pratico secondo il diametro della condotta e la profondità, mentre saranno completamente scoperti e visibili i giunti.
Prima di procedere al riempimento della condotta, i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati basandosi sui valori delle spinte corrispondenti alle pressioni di collaudo e sulle caratteristiche di resistenza del terreno.
L’acqua va immessa preferibilmente dall’estremità a quota più bassa del tronco, ciò per assicurare il regolare deflusso e la fuoruscita dell’aria dall’estremità alta.
Il piatto di chiusura del raccordo sull’estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo.
In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell’aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro.
L’immissione dell’acqua deve essere fatta ad una pressione di 5-6 atm almeno collegando la condotta a reti già in esercizio o a tronchi già collaudati o pozzi e corsi d’acqua, mediante pompe munite di valvola di fondo.
Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato.
Ad avvenuto riempimento della condotta, disporre preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro ad orologeria o registratore, se richiesto.
Mettere la condotta in carico fino al raggiungimento della pressione di collaudo richiesta (1,5 volte la pressione di esercizio).
Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, ispezionare la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta. La prova avrà una durata minima di 12 ore trascorse le quali, dopo aver accertato l’inesistenza di perdite o trasudamenti e la stabilità del manometro, il collaudo sarà da ritenersi positivo e si può provvedere al reinterro totale della condotta.

93.3.3. Tubazioni in PEAD
Ciascun tratto di condotta da collaudare non deve avere lunghezze superiori agli 800 metri. Il punto di immissione della pressione deve essere posizionato nella parte più bassa del profilo altimetrico della condotta, e devono essere presenti dispositivi di sfiato d'aria nei punti altimetricamente più elevati.
Prima del collaudo ricoprire la condotta lasciando scoperti solamente i giunti. Dopo il ricoprimento è opportuno attendere 24 ore prima di effettuare il collaudo affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti scoperte devono essere temporaneamente protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare.
Durante il collaudo, la temperatura del tratto in esame non deve subire variazioni che potrebbero alterare il risultato.
Riempita completamente la condotta ed espulsa l'aria, chiudere i dispositivi di sfiato manuali; controllare comunque i dispositivi automatici durante la prova
Lasciare stabilizzare almeno 3 ore la condotta completamente piena. Sarebbe opportuno eseguire la prova dopo 24 ore dal riempimento.
La pressione di prova "STP" (norma UNI EN 805) deve essere pari a 1,5 volte la pressione massima di progetto "MDP" fissata dal progettista, senza considerare il valore del colpo d'ariete, e comunque il valore di "STP" non deve essere inferiore a 6 bar.

93.3.3.1. *Modalità esecutive della prova*
Iniziare progressivamente la pressurizzazione della condotta fino a raggiungere il valore della pressione di prova "STP"
Mantenere tale pressione per 30 minuti, ripristinandola con successivi pompaggi per bilanciare l'aumento di volume dovuto alla dilatazione della condotta
Al termine dei 30 minuti scaricare rapidamente acqua dal sistema fino a raggiungere una pressione di 3 bar e iniziare la prova annotando i valori di pressione alle seguenti distanze di tempo:
1^ lettura dopo 2 minuti dall'inizio
2^ lettura dopo 4 minuti dall'inizio
3^ lettura dopo 6 minuti dall'inizio
4^ lettura dopo 8 minuti dall'inizio
5^ lettura dopo 10 minuti dall'inizio
6^ lettura dopo 15 minuti dall'inizio
7^ lettura dopo 20 minuti dall'inizio
8^ lettura dopo 25 minuti dall'inizio
9^ lettura dopo 30 minuti dall'inizio
10^ lettura dopo 40 minuti dall'inizio
11^ lettura dopo 50 minuti dall'inizio
12^ lettura dopo 60 minuti dall'inizio
13^ lettura dopo 70 minuti dall'inizio
14^ lettura dopo 80 minuti dall'inizio
15^ lettura dopo 90 minuti dall'inizio
I valori riportati su un diagramma dovranno indicare un andamento crescente della pressione in risposta al comportamento elastico del Polietilene (vedi diagramma)
La forma della curva dipende dalla lunghezza della condotta, dal diametro del tubo, dal grado di compattazione del terreno, e puo' essere influenzata dalla presenza di aria e da sbalzi di temperatura
Una eventuale riduzione dei valori di pressione indica la presenza di una perdita nel sistema; dopo aver eliminato la causa della perdita è necessario ripetere la prova
Il collaudo è da ritenersi positivo quando l'andamento della pressione rilevata risulta crescente o stabile
Parallelamente alla lettura dei dati sul quadrante del manometro analogico deve essere registrata, su un manometro registratore, la traccia della pressione nelle ultime 3 ore precedenti la conclusione della prova. Tale tracciato deve essere allegato al verbale di collaudo.

Capitolo 5 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 94 - SCAVI

94.1. Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

94.2. Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.
Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.
L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione del scavi da parte della direzione dei lavori.
Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetti a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.
Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.
L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

94.3. Scavi subacquei

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.
Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovraprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione per tenere conto degli aggottamenti ed esaurimenti dell'acqua presente con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.
Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

94.4. Scavi di gallerie, cunicoli e pozzi

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente in base alle sezioni prescritte per ciascun tratto. Ogni eventuale maggiore scavo non verrà pagato all'appaltatore, il quale è obbligato ad eseguire a sue spese il riempimento di tali vani, con muratura o altro materiale accettato da direttore dei lavori, che in conseguenza della maggiore escavazione, si formassero tra le opere o i manufatti ed il terreno.
Nel caso in cui si verificassero frane, oppure naturali rilasci, di volume mediamente superiore ai 5,00 m per ciascun metro lineare del tratto di galleria lungo il quale la frana od il rilascio si è prodotto, il prezzo speciale contrattuale si applicherà alla parte eccedente detto volume ed esclusivamente ad essa.
Il volume di tali frane o rilasci di terreno dovrà essere misurato dal volume del vuoto o fornello formatosi; e quando le frane non lascino dietro di loro un vuoto ben determinato, se ne potrà valutarne il volume desumendolo da quello delle materie asportate ridotto di un quarto, e dal quale si è dedotto il quantitativo di scavo, di galleria o cunicolo, corrispondente al tratto nel quale si sono verificati gli scoscendimenti.
Non sarà corrisposto alcun compenso quando i rilasci o frane siano riconosciuti imputabili all'appaltatore o per la poca diligente condotta dei lavori, o per deficienza di armature e puntellamenti, o per l'inosservanza delle prescrizioni impartite dalla direzione dei lavori; in tal caso l'appaltatore stesso, oltre allo sgombro delle materie franate, è in obbligo di eseguire a sue spese tutte le riparazioni eventualmente occorrenti.
Qualora si ritenga opportuno di variare le dimensioni o la forma delle murature di rivestimento, per modo che ne consegua la necessità di procedere a disarmi parziali od a rilevaggi per ingrandire la sezione dello scavo, questo maggiore scavo, sempre che effettivamente ordinato dalla direzione dei lavori, è da valutare al prezzo contrattuale per gli

scavi di gallerie e cunicoli, senza diritto dell'appaltatore di pretendere ulteriori compensi.
I prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che fossero i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura ed asportazione di massi e di ogni altro materiale che si rinvenga negli scavi.
Coi prezzi in genere per gli scavi in galleria si intendono compensate le spese tutte che l'appaltatore dove sostenere:
1) per tutte le puntellature, sbatacchiature ed armature di qualunque importanza che possano occorrere, anche se direttamente ordinate dalla direzione dei lavori, per la perdita parziale o totale del legname impiegato;
2) per tutte le impalcature e ponti provvisori, per il trasporto in rilevato od a rifiuto dei materiali di risulta dagli scavi, per passaggi ed attraversamenti;
3) per prosciugamenti ed esaurimenti d'acqua, di qualunque importanza, e per l'esecuzione degli scavi in presenza di acqua;
4) per la preparazione del suolo ove dovranno depositarsi le materie di risulta dagli scavi, lo spandimento e la regolarizzazione delle materie stesse;
5) per la illuminazione ventilazione della galleria e per ogni assistenza agli operai;
6) per ogni altra spesa occorrente per la esecuzione degli scavi secondo le prescrizioni progettuali e quelle impartite direzione dei lavori.
I prezzi della tariffa per gli scavi in galleria con perforazione meccanica comprendono e compensano l'appaltatore anche di tutte le spese occorrenti per i relativi impianti ed il loro esercizio. Tali prezzi sono applicabili solo quando la perforazione meccanica sia tassativamente prescritta o venga ordinata dalla direzione dei lavori. Quando la perforazione meccanica venga applicata per sola iniziativa dell'appaltatore, gli scavi verranno esclusivamente valutati coi prezzi relativi alla perforazione ordinaria.
Quando, per cause indipendenti dall'impresa, occorra addivenire anche più di una volta a ricostruzioni parziali o totali delle gallerie, lo scavo e la demolizione delle murature occorrenti per tali ricostruzioni sono misurati e pagati nello stesso modo e con gli stessi prezzi stabiliti dalla tariffa dei lavori di prima costruzione.

94.5. Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:
– per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
– per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
– per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
– per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
– per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
– per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
– per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

94.6. Misurazione degli scavi

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:
– il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
– gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.
Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.
Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.
I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.
Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

94.7. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti ed i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di cm 30. Verranno dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.
Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate verranno valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla

direzione dei lavori.

Art. 95 – RILEVATI, RINTERRI E VESPAI

95.1. Rilevati
Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

95.2. Rinterri
I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

95.3. Preparazione dei piani di posa dei rilevati
La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l’asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l’asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

95.4. Riempimento con misto granulare
Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

95.5. Paratie di calcestruzzo armato
Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento.
Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

95.6. Vespai
Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione.
La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

Art. 96 – DEMOLIZIONI, DISMISSIONI E RIMOZIONI

96.1. Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato e non armato
La demolizione elementi strutturali in conglomerato cementizio armato e non armato il trasporto a rifiuto del materiale di risulta sarà compensata a metro cubo di struttura demolita.

96.2. Rimozioni di cancelli, ecc.
La rimozione di cancelli ed il trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile sarà compensata a corpo.

Art. 97 – MURATURE, CALCESTRUZZI, SOLAI, IMPERMEABILIZZAZIONI

97.1. Murature
Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente in base al volume realizzato, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.
Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti con superficie superiore a 0,50 m^2.

97.2. Calcestruzzi
I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.
Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.
L’armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

97.3. Casseformi
I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell’Elenco dei prezzi unitari.

97.4. Acciaio per armature e reti elettrosaldate

97.4.1. Diametri

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

97.4.2. Tolleranze

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.
Qualora le sezioni effettive risultassero inferiori a tale limite, nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze previste dal D.M. 9 gennaio 1996.

Art. 98 – IMPIANTI ELETTRICI

98.1. Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

98.2. Canalizzazioni e cavi

– I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.
Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.
– I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.
Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
– I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
– I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.
Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm^2, morsetti fissi oltre tale sezione.
– Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.
Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

98.3. Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.
Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:
– superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
– numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.
Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.
Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:
a) il numero dei poli;
b) la tensione nominale;
c) la corrente nominale;
d) il potere di interruzione simmetrico;
e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

98.4. Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:
– scarico dagli automezzi, collocazione in loco e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
– apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;

– muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
– fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
– formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
– manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
– i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
– il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
– scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
– ponteggi di servizio interni ed esterni;
– le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

Art. 99 – TUBAZIONI, POZZETTI PREFABBRICATI E PEZZI SPECIALI

99.1. Posa in opera di tubazioni

La fornitura e posa in opera di tubazioni saranno valutati a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull’asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

99.2. Pezzi speciali per tubazioni

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a numero.

99.3. Valvole, saracinesche

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.
Sono compresi i materiali di tenuta.

99.4. Pozzetti prefabbricati

I pozzetti prefabbricati saranno pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

99.5. Caditoie prefabbricate

Le caditoie prefabbricate saranno pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d’appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Art. 100 – OPERE STRADALI E PAVIMENTAZIONI VARIE

100.1. Cigli e cunette

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a *metro cubo*, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al fratazzo.

100.2. Carreggiata

100.2.1. Compattazione meccanica dei rilevati

La compattazione meccanica dei rilevati sarà valutata a mc, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

100.2.2. Massicciata

La ghiaia ed il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi prezzi di elenco relativi.
Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa parallelepipeda senza fondo che avrà le dimensioni di m 1,00 x 1,00 x 0,50.
All'atto della misurazione sarà in facoltà della direzione dei lavori di dividere i cumuli in tante serie ognuna di un determinato numero, e di scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.
Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'Impresa avrà mancato all'obbligo della uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.
Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'Impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.
Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindrature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro

scopo.
Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

100.2.3. Impietramento od ossatura
L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa s'intende compensata di tutti gli oneri ed obblighi necessari.
– La misura ed il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera od in cataste.

100.3. Cilindratura di massicciata e sottofondi
Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di *metro cubo* di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.
Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindrature s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.
Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti, per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorre, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorrono, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto altro potrà occorrere per dare compiuto il lavoro secondo le prescrizioni.
La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).
Le cilindrature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc. per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindrature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

100.4. Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata
La valutazione per le fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio e fondazioni in terra stabilizzata è sarà valutata a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione in calcestruzzo comprende tutti gli oneri per:
– studio granulometrico della miscela;
– la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
– la fornitura degli inerti delle qualità e quantità prescritte dal capitolato, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
– il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e posa in opera del calcestruzzo;
– la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
– la formazione e sigillatura dei giunti;
– tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati, ed ogni altra spesa ed onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.
Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.
Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.
Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa ad ogni modo che il prezzo comprende:
– gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
– la eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto o richiesto dalla direzione dei lavori;
– il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente descritto.

100.5. Trattamenti protettivi delle pavimentazioni – manti di conglomerato – pavimentazioni di cemento
I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie intendendosi tassativi gli spessori prescritti e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo con le modalità e norme indicate. Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto od a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come su espresso. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.
L'amministrazione si riserva comunque di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% di percentuale di bitume in meno rispetto a quella prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3% il 10% del prezzo di emulsione per ogni kg di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5% il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni kg di emulsione impiegata.

100.6. Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido
Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno anch'essi pagati a metro quadrato.
Sarà pagata la loro superficie collocata, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla direzione dei lavori.
Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre o ciottoli, per maggiori difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti e sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo; per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e per qualunque altra opera necessaria.
I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista, e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.
Se l'acciottolato, selciato, lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam cilindrato o calcestruzzo, questo verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestruzzo.

100.7. Pavimentazioni di marciapiedi
Le pavimentazioni di marciapiedi saranno compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

100.8. Soprastrutture stabilizzate
Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso, in pozzolana stabilizzata con calce idrata, verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

100.9. Conglomerati bituminosi
I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell’emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, saranno valutati per ogni metro quadrato e per ogni cm di spessore finito.

Art. 101 – NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.
Sono a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.
Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.
I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.
Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.
Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Art. 102 – TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.
I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.
La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

Art. 103 – NORME PER LA SICUREZZA NEL CANTIERE

L'Appaltatore è obbligato alla scrupolosa osservanza del piano di sicurezza e coordinamento ed all'attuazione di tutte le norme e disposizioni poste a proprio carico dal D.Lgs. 14 agosto 1996, n° 494, come modificato ed integrato dal D. Lgs 15.11.1999 n° 528.
Ai sensi dell’art.12 , comma 5 del sopra citato D. Lgs, l’Appaltatore, ove ritenga sulla base della propria esperienza di potere meglio garantire la sicurezza del cantiere, può presentare al Coordinatore per l’esecuzione proposta di integrazione al Piano di Sicurezza e Coordinamento.
In nessun caso, le eventuali integrazioni potranno giustificare modifiche o adeguamento dei prezzi contrattuali
In conformità alle disposizioni di cui all’art. 31 comma 1-bis, lettera c) della Legge 11.02.1994 n° 109 e successive modifiche ed integrazioni, l’appaltatore dovrà predisporre il piano operativo della sicurezza, previsto dal D. Lgs. 14 agosto 1996, n° 494, come modificato ed integrato dal D. Lgs 15.11.1999 n° 528.
Il piano operativo di sicurezza, parte integrante del contratto, dovrà essere consegnato alla Stazione Appaltante in sede di stipula del contratto stesso.
La Stazione Appaltante si riserva il diritto di richiedere, nel corso dei lavori oggetto dell’appalto, ispezioni ed accertamenti per garantire il rispetto delle normative e delle prescrizioni sulla sicurezza e salute negli ambienti di lavoro.
L’Appaltatore è obbligato ad approntare, senza alcuno speciale compenso, tutte le opere di difesa, ponteggi ed altri presidi provvisionali, necessari a garantire la sicurezza dei terzi, tanto verso l’interno quanto verso l’esterno delle pertinenze del cantiere.
Tali provvedimenti devono essere sempre attuati a cura ed iniziativa dell’Appaltatore , ritenendosi gli stessi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.
L’Appaltatore ha l’obbligo di adottare ogni misura, anche di carattere eccezionale, utile alla salvaguardia della sicurezza pubblica e dell’incolumità dei lavoratori presenti in cantiere.
Nessun compenso addizionale ai prezzi di contratto spetterà all’Appaltatore qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano essere eseguiti i lavori.
In particolare si prescrive:

Polveri, fibre, fumi, vapori, gas, odori o altri inquinanti aerodispersi. Al fine di eliminare o ridurre le emissioni all’ambiente circostante, si prevede di effettuare **frequenti irrigazioni delle strade di cantiere e della viabilità adiacente** all’area di lavoro, al fine di abbattere e ridurre la formazione e innalzamento di polveri durante il transito dei mezzi d’opera.
Realizzazione di allacci fognari entro proprietà privata. Nel caso di interventi di allaccio fognario delle utenze civili che comportino l’ingresso e lo svolgimento di lavorazioni anche all’interno delle relative proprietà private, in sede di redazione del Piano Operativo di Sicurezza POS, la **ditta appaltatrice dovrà valutare** ed esplicitare:

- tutti gli scavi devono essere richiusi al più presto, e comunque devono risultare adeguatamente segnalati e protetti, anche dagli stessi proprietari delle aree in cui si svolgono i lavori;
- al termine dei lavori di ciascun singolo allaccio fognario devono essere ripristinate le condizioni di sicurezza, avendo cura di eliminare ogni eventuale materiale di risulta che possa costituire elemento di rischio fisico (chiodi, inerti, tavolati, ecc) e biologico (residui di reflui fognari).

In presenza di cani ed altri animali domestici, l’accesso ai luoghi di lavori interni alle proprietà private dovranno essere consentiti solo dopo che gli eventuali cani siano stati rinchiusi all’interno dell’abitazione o legati in posizione di sicurezza per i lavoratori.
Recinzione da adottare per la segregazione del sito dall’ambiente circostante (tipo, modalità di installazione, manutenzione, ecc). Nelle lavorazioni svolte in spazi aperti il controllo, anche indiretto, del cantiere e sue pertinenze può essere minore, specialmente nei periodi notturni e festivi.
Deve pertanto essere **garantita in ogni momento la chiusura delle aree di cantiere, degli scavi** e dei manufatti in corso di realizzazione, a protezione dal rischio di cadute e scivolamenti da parte di persone terze, compresi frontisti o abitanti del luogo, adulte e non, che a qualsiasi ora del giorno e della settimana possono avvicinarsi ai luoghi di lavoro.
Per tutta la durata dei lavori **le aree di cantiere fisse dovranno essere segregate mediante reti di recinzione** a maglie ovoidali in LLDPE/HDPE di altezza di 180cm, sostenute da stanti rigidi, metallici o in legno.
Le aree di lavoro mobili all’interno del cantiere dovranno essere delimitate con transenne, barriere di recinzione, barriere stradali o semplici nastri segnaletici in polietilene a strisce bianco/rosse.
Le aree di lavoro esterne, ovvero i cantieri temporanei mobili, dovranno essere segregati secondo le prescrizioni dei cantieri stradali mobili e/o temporanei.
Periodicamente, ed almeno settimanalmente, sarà cura della ditta appaltatrice verificare il buono stato e l’efficacia della segnaletica di cantiere; in sede di redazione del piano operativo di sicurezza **POS, la ditta appaltatrice dovrà** indicare il nominativo del responsabile di detti accertamenti.
Inoltre, anche nel caso di cantiere temporaneo entro aree private di stabilimento (impianto di depurazione, aree di discarica, ecc), le scarpate degli scavi aperti e dei manufatti in corso di realizzazione dovranno essere opportunamente protette con apposizione di rete di recinzione a maglie ovoidali in LLDPE/HDPE di altezza di 180cm, sostenute da stanti rigidi, metallici o in legno.
Scavi a sezione obbligata: sistemi adeguati di protezione delle pareti degli scavi, in funzione del contesto ambientale in cui gli stessi vengono eseguiti e delle macchine e attrezzature utilizzate. Indipendentemente dalla previsione progettuale di utilizzare armature di scavo su alcuni particolari profili, in tutti gli scavi in trincea, e negli scavi in genere, con profondità superiore a 1,50 metri, al fine di prevenire ogni eventuale frana o cedimento, **si prevede** di proteggere le pareti di scavo provvedendo all’applicazione di idonee armature di sostegno man mano che procede lo

scavo, ovvero con idonea armatura metallica ed **impiego di casseri modulari in acciaio** opportunamente collegati e contrastanti a mezzo distanziatori regolabili, adottando l’avanzamento a trascinamento o “marciavanti” dopo la posa del tratto precedente di condotta.
In sede di redazione del Piano Operativo di Sicurezza **POS, la ditta appaltatrice dovrà valutare, esplicitare** e nel caso proporre al CSE diverse e più opportune modalità di esecuzione di scavo a sezione obbligata (ad es. posa di idonee sbadacchiature e/o puntellazioni di qualsiasi tipo), avendo peraltro cura di fornire prima dell’approvazione e prima dell’inizio dei lavori la relativa idonea documentazione atta a certificare la rispondenza dell’attrezzatura impiegata alle vigenti normative di sicurezza.
I rivestimenti delle pareti, sia in tavolato che in pannelli metallici, dovranno sporgere dal bordo degli scavi almeno 30 cm.
Le armature di sostegno degli scavi devono essere applicate sia che gli operai lavorino dentro lo scavo, sia che si trovino ad operare sul ciglio di esso.
L’obbligo di provvedere all’applicazione di armature di sostegno delle pareti, nello scavo di trincee profonde più di 1,50 metri, sussiste già dal momento in cui lo scavo raggiunge la predetta profondità e deve essere adempiuto prima di procedere oltre nella escavazione in profondità.

Scavi a sezione aperta. Il ciglio del fronte di scavo dovrà essere reso inaccessibile mediante barriere mobili, posizionate ad opportuna distanza di sicurezza e spostabili con l'avanzare del fronte dello scavo stesso.
Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno; si dovrà verificare che le pareti inclinate abbiano pendenza di sicurezza.
Le pareti inclinate non dovranno essere armate con sbadacchi orizzontali in quanto i puntelli ed i traversi potrebbero slittare verso l'alto per effetto della spinta del terreno.
E' tassativamente vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi; qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.
Il ciglio superiore dello scavo dovrà risultare pulito e spianato così come le pareti, che devono essere sgombre da irregolarità o blocchi.
Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio o alla base del fronte di attacco; ove non è possibile la difesa con mezzi tecnici, devono essere adottate altre misure o cautele adeguate; tenersi a distanza di sicurezza dai mezzi operativi in movimento; prestare attenzione alle segnalazioni acustiche e/o luminose ed alla segnaletica di sicurezza.
Non utilizzare la benna dell’escavatore per trasportare o sollevare persone.
Non alzare e traslare i carichi al di sopra delle zone dove lavorano o sostano persone; assicurarsi che il carico da trasportare sia sempre ben sistemato.
Predisporre sbarramenti e segnaletica di sicurezza intorno all'area d’azione delle macchine.
Far sostare la macchina in una zona dove non operino altre macchine e priva di traffico veicolare; in caso contrario, segnalare adeguatamente la presenza della macchina.
Predisporre personale a terra per coadiuvare il pilota della macchina nelle operazioni di retromarcia, o in condizioni di scarsa visibilità.
Durante la lavorazione, l’addetto allo scavo dovrà utilizzati i seguenti dispositivi di prevenzione individuale: casco, guanti, occhiali protettivi, calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e imperforabile, mascherina antipolvere, otoprotettori.
Qualora la lavorazione richieda che il lavoratore operi in posizione curva, anche per periodi di tempo limitati, la suddetta armatura di sostegno dovrà essere posta in opera già da profondità maggiori od uguali a 1,20 m.
Valutazione preventiva del rischio biologico. Le lavorazioni che interessano le esistenti condotte fognarie comportano il potenziale pericolo di contatto accidentale con reflui fognari.
Conseguentemente,

- all'interno dei pozzetti e collettori fognari industriale e civile,
- nella realizzazione di allacci fognari ad utenze esistenti,

i lavoratori possono essere esposti a rischio biologico, e più in particolare al rischio biologico di secondo gruppo.
Il rischio biologico del gruppo 2, come da definizione di cui all'art.75 del D.Lgs. 626/94, comporta presenza di microrganismi che potrebbero provocare malattie (infezioni, allergie, intossicazioni) in soggetti umani e costituire un rischio per i lavoratori; é poco probabile che si propaghi nella comunità e di norma sono disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche.
In presenza di rischio biologico, il datore di lavoro é obbligato a:

- adottare misure igieniche per prevenire e ridurre al minimo la propagazione accidentale al di fuori del luogo di lavoro;
- concordare procedure per la manipolazione ed il trasporto delle sostanze propaganti (liquami, fanghi, reagenti, ecc.) in condizioni di sicurezza;
- dotare i lavoratori di indumenti protettivi da riporre in posti separati dagli abiti civili, provvedendo alla loro riparazione o sostituzione, ed alla loro disinfezione;

vietare l'assunzione di cibo o bevande, e vietare di fumare, nelle aree in cui vi é rischio di esposizione.
Sistemi di monitoraggio e controllo della presenza di microrganismi. Non previsto: precauzionalmente, le attività con potenziale presenza di rischio biologico devono essere gestite con le procedure organizzative e comportamentali previste nei casi di presenza di rischio biologico di secondo gruppo.
Modalità operative per contenere il rischio biologico nell'esecuzione delle attività lavorative. Evitare il contatto diretto con i reflui e la manipolazione di materiali ed elementi che siano stati a contatto con i reflui fognari.
Limitare i tempi e le operazioni in condizione di "collettori aperti", ovvero con esistenti pozzetti o esistenti collettori fognari aperti, intercettati, scollegati anche parzialmente, messi a cielo aperto.
Evitare spandimenti e fuoriuscite di reflui dai condotti.
Dispositivi di protezione. Al fine di evitare il contatto diretto con i reflui, ciascun lavoratore dovrà utilizzare e/o indossare almeno :

- scarpe o stivali antinfortunistici aventi in particolare caratteristiche di impermeabilità dinamica classe S3;
- indumenti di lavoro in cotone con pantaloni lunghi e camicia a maniche lunghe, ovvero tute monouso in tyvek;
- guanti con caratteristiche di impermeabilità (ad esempio rivestiti in nitrile, guanti monouso, ecc) e con resistenza meccanica adeguata alle lavorazioni;
- filtri facciali antipolvere di classe FFP2 minimo;
- occhiali a maschera, o visiera facciale.

La ditta appaltatrice, in sede di redazione del Piano Operativo di Sicurezza, dovrà valutare i dispositivi di protezione individuale e le procedure comportamentali che intenderà adottare durante le operazioni esposte a rischio biologico, adeguandosi comunque ai minimi dispositivi di protezione adottati dai lavoratori di Acque del Chiampo.

Nessun compenso addizionale ai prezzi di contratto spetterà all'Appaltatore qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano essere eseguiti i lavori.

Art. 104 – RILIEVI, TRACCIAMENTI E RESPONSABILITA'

In sede di consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare le sue osservazioni circa i rilievi del terreno e gli elementi risultanti dal progetto.
Qualora l'Appaltatore intenda far valere pretese derivanti dalla riscontrata difformità dello stato dei luoghi, rispetto a quanto previsto in progetto, dovrà formulare riserva sul verbale di consegna con le modalità e gli effetti di cui all'art. 165 del D.P.R. 21.12.1999 n° 554.
L'Appaltatore sarà l'unico responsabile dei tracciamenti che dovranno essere eseguiti a propria cura e spese.
Per patto esplicito resta convenuto che l'Appaltatore solleva la Stazione Appaltante da ogni danno o molestia che potessero verificarsi, anche verso Terzi, per eventuali errori di tracciamento.

INDICE